



**Desempeño innovador de las subsidiarias  
de empresas multinacionales en la industria  
manufacturera en Colombia**

Nadia Albis  
Isabel Álvarez

**WP08/14**



## Resumen

El trabajo examina el desempeño innovador de las subsidiarias de empresas multinacionales presentes en la industria manufacturera colombiana en comparación a sus contrapartidas domésticas, con el fin de aportar elementos para evaluar la posibilidad de que existan efectos de desbordamiento tecnológicos hacia la economía doméstica. Dicho análisis se aborda a partir de un modelo estructural que permite estudiar las diferencias en la decisión de invertir en actividades de innovación, el esfuerzo realizado en esas inversiones y el proceso de producción de innovaciones. Los datos utilizados corresponden a la Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en las empresas industriales en Colombia – EDIT IV- y la Encuesta Anual Manufacturera, para los años 2007 y 2008. Del análisis se desprenden varias conclusiones: (i) las subsidiarias de empresas extranjeras tienen una probabilidad similar de ejecutar actividades de innovación que las empresas domésticas que no exportan pero inferior a nacionales internacionalizadas; (ii) las subsidiarias son más intensivas en el uso de insumos de conocimiento que sus contrapartidas nacionales, pero la I+D que adelantan es más tipo extramuros y es de gran importancia el gasto en actividades de innovación que requieren capacidades intermedias o básicas como la compra de tecnología incorporada; (iii) las subsidiarias no son superiores en la obtención de innovaciones adaptativas, pero sí muestran una mayor probabilidad de obtener innovaciones reales (i.e. hacia el mercado internacional) y a patentar invenciones, y (iv) las subsidiarias usan más intensivamente fuentes externas de conocimiento para obtener innovaciones reales, en especial desde su grupo multinacional y con otras empresas en la cadena de producción.

Palabras clave:

Innovación, subsidiarias, multinacionales, Colombia, industria

---

©Nadia Albis. Observatorio colombiano de ciencia y Tecnología & Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI)



©Isabel Alvarez. Departamento de Economía Aplicada II & Instituto Complutense de Estudios Internacionales (ICEI). Universidad Complutense de Madrid (UCM). [isabel.alvarez@ccee.ucm.es](mailto:isabel.alvarez@ccee.ucm.es)



El presente estudio es el resultado de la tesina del Máster en Economía y Gestión de la Innovación y se enmarca también en las actividades de colaboración entre el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y el Instituto Complutense de Estudios Internacionales. Se hace un agradecimiento especial al Departamento Nacional de Estadística-Dane y al Departamento Nacional de Planeación de Colombia por el acceso a la información.

El ICEI no comparte necesariamente las opiniones expresadas en este trabajo, que son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Los documentos de trabajo del ICEI publicados a partir de 2013 tienen un sistema doble ciego de evaluación realizado por especialistas en la materia.





## Índice

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción                                                                                  | 7  |
| 1. Marco conceptual                                                                           | 9  |
| 1.1 Internacionalización de la innovación                                                     | 9  |
| 1.2 Estrategias de innovación de las empresas extranjeras                                     | 12 |
| 1.3 Comportamiento innovador de empresas extranjeras: evidencia empírica                      | 13 |
| 2. Metodología                                                                                | 18 |
| 3. Los datos                                                                                  | 23 |
| 4. Información estadística y descriptivos                                                     | 24 |
| 4.1 El papel de las subsidiarias en la industria                                              | 24 |
| 4.2 Diferencias en el comportamiento innovador                                                | 25 |
| 5. Resultados                                                                                 | 28 |
| 5.1 Insumos de la innovación                                                                  | 28 |
| 5.2 Producción de innovaciones                                                                | 29 |
| 5.3 Innovation accounting                                                                     | 31 |
| 6. Conclusiones                                                                               | 34 |
| 7. Bibliografía                                                                               | 37 |
| Anexo 1. Definición de variables                                                              | 43 |
| Anexo 2. Definición de actividades de innovación                                              | 45 |
| Anexo 3. Clasificaciones sectoriales                                                          | 46 |
| Anexo 4. Estimación de la probabilidad y la intensidad del gasto en actividades de innovación | 47 |
| Anexo 5-6. Estimación de la función de producción de conocimiento (M1, M2, M3)                | 48 |
| Anexo 7. Ejemplo Innovation Accounting                                                        | 50 |



## Introducción

Uno de los rasgos más significativos de la globalización económica es el acelerado incremento de los flujos de inversión extranjera directa (IED) y, aparejado a ello, la creciente importancia de la generación global de innovaciones a través de la acción de las empresas multinacionales –EMN (Archibugi & Michie, 1995; J. Dunning & Lundan, 2009; Narula & Zanfei, 2004). Es un hecho conocido, que la inversión extranjera directa ha crecido a una tasa más elevada que la producción y el comercio internacional desde finales de la década de los 70's. Si bien históricamente los flujos de inversión extranjera directa han estado concentrados en países desarrollados –actuando como emisores y receptores de tales flujos-, en las últimas décadas se ha evidenciado un incremento sustancial de la participación de los países en desarrollo en la IED, principalmente jalonado por el capital invertido en Asia y, en menor medida, por aquel destinado a América Latina y El Caribe –AlyC (UNCTAD, 2010)<sup>1</sup>.

A la par con el crecimiento de la IED a nivel global, se observa un cambio gradual en la evolución de la geografía de las actividades de innovación y en las estrategias seguidas por las empresas multinacionales hacia una mayor descentralización de sus actividades tecnológicas, con el fin de buscar, desarrollar o crear competencias que refuercen sus fortalezas competitivas en contraste con el mandato tradicional de las subsidiarias basado en la explotación de las competencias adquiridas en sus países de origen (Athreye & Cantwell, 2007; Cantwell, 1995; Cantwell & Narula, 2001; J. Dunning & Narula, 1995; Narula & Dunning, 2000; Yang, Mudambi, & Meyer, 2008). Aunque las actividades de innovación de las EMN y en particular la investigación y el desarrollo –I+D– siguen aun fuertemente concentradas en los países de origen (principalmente desarrollados), recientemente se ha evidenciado una expansión de las mismas hacia países en desarrollo lo que sugiere la existencia de un nuevo conjunto de motivaciones para relocalizar parte de las actividades vinculadas a la innovación (UNCTAD, 2005). Estas tendencias se explican, entre otras razones, por las facilidades dadas por los avances en el transporte y las tecnologías de la información y la comunicación que han reducido los problemas asociados a la transferencia y los flujos de información y conocimiento a través de las fronteras nacionales, pero

también a las presiones surgidas de la intensificación de la competencia en un entorno de mayor complejidad e interdependencia de los procesos de producción y generación de conocimiento e innovación a escala global.

El crecimiento en los flujos de IED y los cambios en las estrategias tecnológicas de las EMN, han abierto nuevas oportunidades pero también amenazas para los países en desarrollo –PED. Más allá de sus efectos sobre la generación de empleo y los flujos de capitales, la presencia de filiales de EMN puede generar efectos positivos tanto directos como indirectos, que contribuyan a la elevación del nivel de capacidades productivas y tecnológicas nacionales. Entre otras razones por su impulso a procesos de aprendizaje y transferencia de conocimiento (formales o informales); efectos de demostración e imitación; movilidad de personal calificado hacia la economía local y beneficios para las empresas domésticas conectadas a su cadena de valor (p.e demanda de insumos y entrenamiento) (Aitken & Harrison, 1999; I. Alvarez & Molero, 2005; J. Dunning & Lundan, 2008; Narula & Marin, 2005; Veugelers & Cassiman, 2004).

Los flujos de IED también pueden comportar amenazas y dificultades para los PED. En primer lugar, la inversión extranjera puede derivar en una exacerbación de los problemas de dependencia tecnológica y en posibles efectos de sustitución de las capacidades productivas y tecnológicas locales (crowding-out effects) (Aitken & Harrison, 1999; Anlló & Ramos, 2007; Cantwell, 1995). En segundo lugar, las débiles condiciones de los Sistemas Nacionales de Innovación –SNI-, en términos por ejemplo de su baja capacidad de absorción de conocimiento, puede derivar en un bajo aprovechamiento de los beneficios de la IED (Athreye & Cantwell, 2007; Cantwell & Mudambi, 2005; Narula, 2004; Narula & Dunning, 2000). En tercer lugar, no todas las inversiones extranjeras producen los mismos beneficios, pues la posibilidad de que existan efectos de desbordamiento depende también del tamaño, la eficiencia y de las estrategias (o mandatos) que caracterizan a las subsidiarias, las cuales varían ampliamente dependiendo de múltiples factores tanto internos como externos a las multinacionales (J. Dunning, 2000; Narula, 2004, p. 62). Justamente, Wooster y Diebel (2010) señalan la importancia de distinguir los efectos de la IED en países desarrollados y en desarrollo, pues los beneficios obtenidos por los primeros no necesariamente son evidentes para los segundos. Más aun, algunos estudios empíricos sugieren que cuanto mayor sea el tamaño de la brecha tecnológica entre filiales de las empresas multinacionales y nacionales, la IED puede ser menos beneficiosa para el país anfitrión (Meyer, 2004).

<sup>1</sup> En efecto, mientras que en la década de los ochenta en promedio el 25.3% de las inversiones directas en el mundo fueron efectuadas en países en desarrollo, este porcentaje aumentó al 31.9% a partir de la década de los noventa, para luego ubicarse en el 35% en el período 2000-2009. En el año 2010, los países en desarrollo por primera vez absorbieron más de la mitad de los flujos de IED debido a su relativamente rápida recuperación económica, a las fortalezas de la demanda doméstica y a los crecientes flujos de inversión sur-sur (UNCTAD, 2010, p. 3).

Las investigaciones sobre los efectos de desbordamiento (o spillovers) de la inversión extranjera directa sobre las economías locales parten del supuesto de la superioridad tecnológica de las EMN frente a las empresas domésticas así como de la existencia de activos de conocimiento que pueden ser transferidos entre casas matrices y sus subsidiarias (Alvarez & Molero, 2005; Meyer, 2004, p. 266). Esta superioridad ha sido abordada, en primer lugar, a través del análisis de las ventajas en productividad de las firmas multinacionales, pero también a través de investigaciones que evalúan la superioridad tecnológica e innovadora de las empresas extranjeras, siendo este último enfoque de desarrollo más reciente (Castellani & Zanfei, 2007; Criscuolo et al., 2010). El bajo número de estudios sobre el impacto de la propiedad extranjera o de la “multinacionalidad” en la innovación es aún más pronunciado para países en desarrollo, economías en transición y de convergencia (o catching up) (Masso et al., 2010; Meyer, 2004)<sup>2</sup>.

En Colombia, las investigaciones sobre el comportamiento innovador de las empresas extranjeras han sido más bien escasas. La mayor parte de las investigaciones sobre la IED abordan los aspectos tecnológicos a través del estudio empírico de la relación entre propiedad extranjera y la productividad (e.g Atallah, 2006; Echavarría, Arbeláez, & Rosales, 2006; Kugler, 2000), pero no se ahonda en el análisis de las diferencias en el comportamiento innovador entre las empresas domésticas y extranjeras con indicadores más cercanos a estos procesos<sup>3</sup>. Las excepciones, quizás, son los estudios realizados por Langebaek y Escobar (2007) –para la intensidad del gasto en innovación–, y más recientemente Arbeláez y Parra (2010) –sobre la relación entre productividad e innovación–; pero no se profundiza en el análisis de las diferencias en el comportamiento innovador entre empresas nacionales y extranjeras, ni de las implicaciones de los resultados encontrados.

En este contexto, el objetivo del presente estudio consiste en establecer empíricamente si las empresas multinacionales en Colombia exhiben un comportamiento innovador superior a las firmas domésticas (incluidas las domésticas exportadoras) y si es así, identificar cuáles son los factores que explicarían esa superioridad. Con este propósito, se emplea un modelo estructural que permite comparar las diferencias en la decisión de invertir en actividades de innovación, el es-

fuerzo realizado en esas inversiones y el proceso de producción de innovaciones, entre empresas participadas por capital extranjero y empresas nacionales y exportadoras. Los datos se recogen de la Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en las empresas industriales en Colombia –EDIT 4– realizada en 2009, complementada con algunos indicadores extraídos de la Encuesta Anual Manufacturera –EAM–, ambas elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -Dane.

El caso de Colombia es de interés por varias razones. La primera de ellas es que los resultados pueden aportar elementos para la comprensión del impacto de las EMN sobre las capacidades de innovación en los países en desarrollo, explorados en menor medida y para los cuales, debido a su naturaleza, resulta más difícil extrapolar los marcos analíticos construidos principalmente para países desarrollados. Segundo, identificar las diferencias en la capacidad de innovación entre empresas extranjeras y domésticas permite establecer el aporte potencial de las multinacionales a los procesos locales de aprendizaje e innovación, lo cual es un paso previo a la elaboración de estudios que evalúen la existencia de derramamientos tecnológicos desde las EMN hacia la economía doméstica. Tercero, en las últimas dos décadas Colombia ha mostrado un sustancial aumento de los flujos de inversión extranjera, incluyendo aquella dirigida hacia la industria manufacturera, lo que ha estado acompañado de un crecimiento importante del aporte que las EMN realizan a los agregados industriales (p.e en 2008 las filiales de EMN en el sector manufacturero contribuyeron con el 32% de la producción industrial y el 12.8% del gasto nacional en innovación)<sup>4</sup>. Por último, como muchos países en América Latina desde la década de los noventa, Colombia ha implementado una serie de políticas orientadas a atraer un mayor volumen de IED, por lo cual, estudios de este tipo aportarían elementos para identificar resultados de esas políticas y mejorar su diseño, en términos de su efectividad para aprovechar los beneficios de la IED.

En la primera sección, se presenta el marco conceptual que soporta la investigación, en particular se muestra el papel de las empresas multinacionales en la generación de innovaciones a escala global, el tipo de estrategias tecnológicas seguidas por las EMN y la evidencia empírica revisada sobre la relación entre propiedad extranjera e innovación. En la segunda, se describe el modelo utilizado para evaluar las diferencias en el comportamiento innovador entre firmas na-

<sup>2</sup> La multinacionalidad hace referencia ya sea a las empresas multinacionales extranjeras que operan el país (i.e las filiales o subsidiarias) o a las empresas multinacionales de capital nacional.

<sup>3</sup> Esto puede deberse a la ausencia de información proveniente de encuestas de innovación. La primera encuesta de innovación del año 1996 no contaba con información sobre el capital extranjero de las firmas, mientras que se tuvo que esperar hasta el año 2006 para contar con información de la segunda encuesta.

<sup>4</sup> El dato de la contribución de las empresas extranjeras al gasto nacional en actividades de innovación se calcula siguiendo la metodología del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología en su libro anual de indicadores de ciencia y tecnología para Colombia (OCyT, 2010).

cionales y extranjeras, así como la estrategia económica seguida. La información estadística y los descriptivos se muestran en la tercera sección y los resultados de las estimaciones en la cuarta. Finalmente, en la quinta sección se plantean las conclusiones.

## 1. Marco conceptual

### 1.1 Internacionalización de la innovación

Antes de empezar describiendo los aportes más recientes en el tema vale la pena señalar algunos antecedentes. La visión económica tradicional plantea que la innovación se encuentra principalmente localizada en los países de origen de la IED. El ejemplo más destacado de esta línea de trabajo es la literatura construida bajo el marco de la hipótesis del ciclo de vida del producto de Vernon (1966)<sup>5</sup>. Según ésta, las decisiones estratégicas, que incluyen las actividades de I+D y las estrategias tecnológicas, se encuentran fuertemente centralizadas. Así, el papel de las subsidiarias de las EMN consiste exclusivamente en la adopción y difusión de la tecnología generada centralmente en las casas matrices (Cantwell, 1995; Zanfei, 2000)<sup>6</sup>.

Un enfoque que otorga un mayor papel a los procesos de internacionalización de la tecnología y la innovación, a través de la acción de las empresas multinacionales, es la teoría de la producción internacional y dentro de ella el paradigma ecléctico –OLI(Ownership – Location – Internalization) de Dunning (1973; 1980)<sup>7</sup>. El propósito de este paradigma es explicar los patrones internacionales de la producción y los motivos que llevan a las empresas a invertir en un país foráneo, incluyendo aquellas inversiones relacionadas con la adquisición y difusión internacional de conocimiento. Agrupando diversas aportaciones teóricas, en el paradigma ecléctico se plantean tres motivos centrales que determinan las decisiones de localización de las empresas (Cantwell & Narula, 2001, p. 157; J. Dunning, 2001, pp. 174-175):

<sup>5</sup> Otra corriente importante que no se explica aquí por brevedad, es la teoría de la internacionalización (Johanson & Wiedersheim, 1975). Según esta teoría, la internacionalización económica es un proceso evolutivo en el que el compromiso global de las firmas depende de los logros alcanzados en etapas anteriores; así la exportación da paso a la inversión extranjera lo cual a su vez permite crear capacidades in situ (I. Alvarez & Molero, 2004).

<sup>6</sup> Particularmente, su trabajo enfatiza en que la centralización de las actividades innovadoras se justifican por la existencia de fuertes economías de escala en la I+D, economías de integración y aglomeración y una fuerte demanda de consumo en el país de origen. También argumenta que la coordinación de actividades innovadoras a través de las fronteras nacionales puede ser demasiado costosa debido a las dificultades de almacenar y controlar la información relevante a través de las fronteras nacionales.

<sup>7</sup> Más que una teoría, el paradigma ecléctico integra las contribuciones más importantes para explicar los procesos de internacionalización de las empresas como son: la teoría de la organización industrial de Hymer (1960; 1976), las teorías del comercio internacional basadas en el modelo Hecksher-Ohlin y la teoría de la organización de la firma con su enfoque sobre los costos de transacción.

i) las ventajas de propiedad sobre otras empresas en un mercado específico (O); ii) las ventajas de localización en los países de destino de la IED (L) y, iii) las ventajas de internalización de las actividades de la firma (I)<sup>8</sup>.

Según el paradigma OLI, la tecnología y la innovación se encuentran entre las principales ventajas de propiedad de las firmas multinacionales<sup>9</sup>. Su importancia radica en que este tipo de empresas se mueven en un contexto de competencia imperfecta (oligopólica) en el que los activos relacionados con el conocimiento y la innovación tienen un papel dinámico y acumulativo; y además a la necesidad de las EMN de explotar, buscar o crear internacionalmente nuevos activos tecnológicos, ya sean únicos o complementarios, que permitan a estas empresas mantener su posición competitiva (Cantwell & Narula, 2001; J. Dunning, 2001; J. Dunning & Narula, 1995)<sup>10</sup>. Las ventajas tecnológicas no sólo incluyen el desarrollo y explotación de tecnologías de producción “duras” sino también nuevas tecnologías “blandas” como por ejemplo de gestión, marketing y organización del trabajo (J. Dunning & Lundan, 2008, p. 363).

De acuerdo a este enfoque, no todas las subsidiarias tienden a desarrollar las mismas capacidades tecnológicas y de innovación pues esto depende del tipo de estrategias que persiguen las EMN, las ventajas de localización específicas de los países receptores (en especial en cuanto a “activos creados”) y del sector industrial en el que se muevan. Aunque el crecimiento y el alcance son distintos, la internacionalización de la cadena de producción y la internacionalización de las actividades de innovación guardan motivos similares. El modelo OLI distingue cuatro tipos de estrategias de internacionalización de la producción seguidas por las EMN (J. Dunning, 1994, 2000): (i)

<sup>8</sup> Las ventajas O, se refieren a aquellas específicas a las empresas que surgen de la propiedad o el acceso a activos (tangibles o intangibles), ya sean únicos o complementarios, que les otorgan a las EMN una superioridad frente a la competencia e incluso pueden ser causa o consecuencia de la “multinacionalidad” de las firmas. Por su parte, las ventajas L permiten disminuir los fallos de mercado y beneficiarse de aspectos favorables de la economía del país receptor como lo son los menores costos laborales, infraestructura física y humana, tecnologías, políticas públicas favorables, economías de aglomeración, entre otras. Finalmente, las ventajas I explican porque las firmas optan por generar o explotar internamente sus ventajas de propiedad, en vez de vender o adquirir esos activos en el mercado; se asocian así la búsqueda de minimización de los costos de transacción derivados de la coordinación interna de múltiples actividades económicas y al control de los activos distintivos a través de las fronteras nacionales.

<sup>9</sup> El origen de otras ventajas pueden ser administrativas, financieras u organizativas.

<sup>10</sup> Las ventajas de propiedad, permiten a las empresas multinacionales superar los obstáculos y los altos costos de establecerse en el extranjero y aun ser competitivas. Estas ventajas, como puede ser una patente, una marca registrada o conocimientos específicos de la corporación, permiten a las EMN alcanzar una reducción de los costos de producción o mantener precios más altos que las empresas rivales y así seguir siendo rentables a pesar de los altos costos de instalación (Criscuolo & Martin, 2003).



búsqueda de nuevos mercados (market seeking o IED orientada a la demanda); (ii) búsqueda de recursos naturales (resource seeking o IED orientada a la oferta); (iii) búsqueda de eficiencia (efficiency seeking o IED racionalizada) en la cadena productiva, relacionada con la especialización del portafolio de activos; y (iv) la búsqueda de activos creados - no naturales - de carácter estratégico (strategic asset seeking) con el fin de proteger o aumentar las ventajas competitivas de la firma.

En este marco, los procesos de internacionalización de las actividades de innovación y en especial de la I+D pueden verse como uno de los ejemplos principales de estrategias de búsqueda de activos creados; proceso que se nutre ya sea de las ventajas del país anfitrión o del acceso a ventajas de propiedad de las empresas locales, en especial en el caso de las firmas que basan sus ventajas competitivas en los activos tecnológicos (J Dunning & Narula, 1995). Sin embargo la internacionalización de la innovación no se limita únicamente a la búsqueda de activos pues pueden existir otras motivaciones en las EMN tales como la necesidad de adaptar o mejorar los productos, materiales o procesos a las condiciones locales o el deseo de alcanzar economías de escala o de alcance en la producción, que pueden estar ligadas a las otras estrategias de internacionalización de la producción mencionadas, especialmente aquellas basadas en la búsqueda de mercados y de eficiencia en la internacionalización de la producción.

Más recientemente, se ha venido consolidando una línea de trabajo que combina el estudio de la internacionalización de la actividad económica y la economía de la innovación (o del aprendizaje), en la que se analizan los procesos de la internacionalización de la innovación, a través de la acción de las empresas multinacionales, enfatizando así mismo la importancia que tienen los SNI de los países de acogida en las formas de entrada de la inversión extranjera (Archibugi & Michie, 1995; Álvarez & Marín, 2010; I. Álvarez & Molero, 2004; Athreye & Cantwell, 2007; Cantwell & Molero, 2003; Cantwell & Mudambi, 2005; J Dunning & Narula, 1995; Pavitt & Patel, 1999; Yang, et al., 2008).

El proceso de generación global de la tecnología y la innovación se encuentra asociado a las estrategias de las empresas multinacionales que crean redes globales para desarrollar actividades de generación de conocimiento, ya sea mediante sus subsidiarias en el extranjero (i.e inversiones greenfield) o a través de la adquisición de empresas extranjeras con actividades de I+D. Este proceso hace parte de lo que Archibugi y Michie (1995) denominan "globalización de la tecnología" o tecno-globalismo, que incluye dos fenómenos adicionales que también han ganado peso en el

contexto internacional como son la explotación global de la tecnología y la colaboración científica-tecnológica global<sup>11</sup>.

El tema de la generación global de la tecnología y la innovación a través de la acción de las empresas multinacionales ha sido objeto de un intenso debate (Ver por ejemplo las revisiones de Carlsson, 2006; Narula & Zanfei, 2004). Si bien hay un acuerdo en la literatura de que las multinacionales han seguido una tendencia creciente hacia su diversificación tecnológica, existen diversas opiniones en cuanto a su alcance. Para autores como Pavitt y Patel (1999), las actividades generadoras de habilidades y know how, que dan a las empresas ventajas competitivas, han sido y seguirán estando menos internacionalizadas que otras dimensiones de la actividad corporativa. Según estos autores, la centralización de las actividades de I+D resulta más eficiente que su descentralización, no sólo por la búsqueda de economías de escala sino también por la importancia que sigue teniendo para la innovación el soporte de los SNI de los países de origen<sup>12</sup>, principalmente los más desarrollados, así como por la naturaleza tácita del conocimiento que explica porque la generación y los beneficios de la I+D se encuentran localizados más que dispersos internacionalmente (Pavitt & Patel, 1999, p. 94 y 103). Así mismo se argumenta que la concentración de las actividades de innovación en el país de origen de la IED se debe al hecho de que la acumulación tecnológica y los procesos de innovación son dependientes del pasado (*path dependence*) y además, tienden a seguir una inercia estructural o encerramientos tecnológicos sistémicos (*systemic lock-in*), en la medida que están ligados a una base de origen (SNI) que proporciona un marco institucional y una infraestructura científico-tecnológica favorable a la innovación, en especial para los sectores intensivos en tecnología (Narula, 2002).

Otros trabajos asignan un papel más importante a los procesos de internacionalización de la I+D y la innovación. Según estos, aunque la internacionalización de las actividades de I+D no es un fenómeno nuevo, sí lo es el nivel y el tipo de internacionalización de la I+D que se viene observando desde las últimas dos décadas. Históricamente

<sup>11</sup> La explotación internacional de tecnología, tiene lugar mediante el comercio internacional de bienes y servicios intensivos en tecnología, la explotación de patentes a través de licencias y su producción en el exterior. La colaboración científica-tecnológica global se asocia con las formas de cooperación entre agentes de diferentes países, ya sea que incluyan a la comunidad académica y/o al sector empresarial, a través por ejemplo de alianzas estratégicas internacionales con fines tecnológicos o la realización de proyectos de colaboración científica y tecnológica.

<sup>12</sup> En aspectos como la calidad de la investigación básica, la disponibilidad de trabajo calificado, los sistemas de gobierno corporativo, el grado de rivalidad de la competencia, los costos laborales y los patrones de la inversión pública y privada. Kuemmerle (1999) plantea que las EMN antes de lanzarse al exterior primero establecen redes de I+D en sus países de origen.

una de las motivaciones principales detrás de las inversiones en I+D en las subsidiarias ha sido la necesidad de adaptar los productos y procesos a las necesidades y condiciones de los mercados externos, debido a la importancia que tiene para estas actividades el contacto con agentes locales (p.e clientes y proveedores) y con las unidades de producción de las firmas (Mansfield, Teece, & Romeo, 1979). Recientemente el rápido crecimiento de la IED y la fuerte dinámica del cambio tecnológico a nivel global como motor de la competencia han estado relacionados con importantes variaciones en las estrategias de las firmas en cuanto a la diversificación de sus competencias tecnológicas, con el fin de absorber y combinar el conocimiento y las capacidades que se encuentran dispersas geográficamente (Carlsson, 2006).

En particular, según diversos estudios las empresas multinacionales han evolucionado hacia una mayor integración a través de redes internacionales a su interior, que derivan en estructuras corporativas menos jerarquizadas, en las que a las subsidiarias se les asigna un papel cada vez más activo en las actividades globales, entre ellas la generación de conocimiento y la innovación (Bas & Sierra, 2002; Cantwell, 1995; Cantwell & Piscitello, 2000; Hedlund, 1994; Yang, et al., 2008; Zanfei, 2000)<sup>13</sup>. Así mismo se ha observado que las firmas multinacionales cada vez son más activas en el desarrollo de alianzas tecnológicas con empresas foráneas y organizaciones del conocimiento en un esfuerzo por desarrollar nuevas tecnologías, productos y procesos (Castellani & Zanfei, 2007; J. Dunning, 2009; Reddy, 2005). Según Cantwell (1995, p. 168), en una organización que trabaja en red, cada subsidiaria se especializa de acuerdo a las características específicas de la producción, las capacidades tecnológicas y los requerimientos de los clientes, beneficiándose así de economías de escala a través de la concentración de líneas particulares de actividad (p.e incremento de los retornos de la I+D en campos especializados); de las economías de aglomeración a través del intercambio con otros agentes que operan en los campos similares y de las economías de alcance a través de la coordinación internacional de actividades dentro de las EMN. En este sentido, la existencia de estas redes facilita la difusión de conocimiento y la innovación al interior de la empresa así como de un país a otro.

Un punto importante dentro de esta discusión, es que los cambios en las estrategias globales de generación de tecnología en las EMN, además de ser el resultado de decisiones de inversión que deliberadamente toman las firmas para ganar ventajas competitivas, también han encontrado

soporte en la evolución misma de las subsidiarias hacia una mayor iniciativa empresarial y creativa, en especial en EMN maduras (Cantwell & Mudambi, 2005; Molero & Garcia, 2008). Se considera que, junto a la difusión del conocimiento y la innovación al interior de la firma y entre países, las empresas son generadoras de sus propias ventajas de propiedad a través de la innovación y las estrategias tecnológicas, lo que conduce a una visión endógena de las ventajas de propiedad y localización.

Otros factores que también influyen en los procesos de descentralización de las actividades de innovación son las estrategias de localización seguidas por los competidores directos; la capacidad de las empresas transnacionales para gestionar eficientemente sistemas de investigación complejos y las redes de innovación; el alto costo de la investigación y la falta de infraestructura científica en el país de origen (Balcet & Evangelista, 2005, p. 56). Adicionalmente, autores como Atherye y Cantwell (2007) han aportado evidencia de que las actividades de I+D e innovación de las EMN han tenido una gran dinámica hacia países en desarrollo, como resultado de la fragmentación de la cadena de valor en las EMN y la influencia de la difusión de tecnologías de propósito general. Argumentan que, pese a que la internacionalización tecnológica de las EMN ha tendido a reforzar los centros de excelencia establecidos, la IED es un factor esencial que explica la convergencia de nuevos países productores de tecnología. No obstante, señalan la importancia de que existan unas capacidades tecnológicas mínimas y una infraestructura básica para que se observe una interacción más fuerte entre la IED y la economía local, tal como lo muestran los casos de países asiáticos como Corea del Sur, Singapur y China.

En síntesis, se evidencia un cambio significativo en las estrategias de las EMN dirigido al aumento de las competencias tecnológicas de base local más que su simple explotación internacional. No obstante, la evidencia empírica también viene a mostrar que este proceso no necesariamente tiene un alcance tan marcado, pues las fuerzas centrífugas y centrípetas actúan simultáneamente, siendo esta última dominante. En particular se ha encontrado que la I+D desarrollada por las filiales tiene una base científica menor en comparación con la I+D que se produce en el país de origen; y que además, cuando la I+D involucra actividades basadas en la ciencia tienden a ubicarse por fuera del núcleo de competencias básicas de las EMN (-Carlsson, 2006, p. 62)<sup>14</sup>. Hallazgos que soportan, aunque parcialmente, los argumentos a favor del

<sup>13</sup> Hedlund (1994, p. 84), plantea que para que exista una efectiva interacción entre conocimiento tácito y codificado un modo de organización "heterarquica" al interior de las EMN es más consistente que un modo de gobernanza jerárquico.

<sup>14</sup> Por ejemplo, el estudio de Von Zedtwitz & Gassmann (2002), en el que se analizan 1021 unidades de I+D, revela que las actividades de investigación se encuentran concentradas en sólo 5 regiones en el mundo mientras que las actividades de desarrollo se encuentran más globalmente dispersas.

mantenimiento de la preponderancia de los SNI de origen como determinante de las actividades innovadoras de las EMN.

Los datos más recientes sobre la contribución de las EMN al gasto privado en I+D proporcionados por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo (Unctad por sus siglas en inglés) ayudan a ilustrar algunos de los puntos anteriores. Para 2002, el 84% de la inversión en actividades de I+D de las EMN se realizaba en las casas matrices y además la internacionalización de las actividades de I+D ha seguido concentrada principalmente en los países desarrollados, más específicamente en la triada que componen Estados Unidos, Europa y Japón, quienes reúnen alrededor del 90% de los flujos internacionales de I+D tanto de origen como de recepción (UNCTAD, 2005). No obstante, las estadísticas también muestran un papel cada vez más relevante de las empresas extranjeras en el desarrollo de actividades de I+D en los países receptores. De hecho, entre 1993 y 2002 el gasto empresarial en I+D de las subsidiarias extranjeras en todo el mundo pasó de representar el 13% del valor de estas inversiones al 16%, aunque el grado de internacionalización varía sustancialmente entre países<sup>15</sup>. Este crecimiento fue moderado para los países receptores desarrollados en comparación a los menos desarrollados; en estos últimos el gasto en I+D de las subsidiarias presentó un salto sustancial al pasar de representar el 2% al 18% de estas inversiones entre 1996 y 2002. Según la UNDTAC, la creciente internacionalización de las actividades de I+D en los países en desarrollo también se vio acompañada por un comportamiento favorable de otros indicadores, tales como el creciente número de alianzas en I+D y de las solicitudes de patentes.

## 1.2 Estrategias de innovación de las empresas extranjeras

Las empresas multinacionales pueden diferir en su comportamiento innovador dependiendo del tipo de estrategias que persiguen. Las motivaciones para la centralización y la descentralización de las actividades de innovación y sus formas de organización han sido objeto de un gran número de estudios, en los cuales se han identificado dos tipos de estrategias básicas o mandatos seguidos por las empresas multinacionales. La primera de ellas se conoce como *competence-exploiting* (explotación de competencias) o *home-base exploiting* (explotación de base doméstica), la segunda conocida como *competence-creating* (creación

<sup>15</sup> La participación de las filiales extranjeras en el total del gasto privado en I+D, fue menor al 5% en Japón, mientras que fue mayor al 60% en Irlanda y Hungría y superior al 40% en la República Checa, Portugal y Suecia. En Estados Unidos, las filiales de multinacionales extranjeras representan alrededor de un 15% del gasto en I+D mientras que en los países de la UE, como promedio, el indicador supera el 35%.

de competencias) o *home-base augmenting* (Cantwell & Mudambi, 2005; J Dunning & Narula, 1995; Kuemmerle, 1999; Papanastasslou & Pearce, 1997)<sup>16</sup>.

Las primeras buscan explotar en un país extranjero las capacidades tecnológicas que ya posee la empresa multinacional. Entre las características básicas que distinguen la estrategia de explotación de competencias encontrada en la literatura están (Cantwell & Mudambi, 2005): una fuerte orientación hacia la producción de ensamblaje, alta inversión en servicios de mercado, baja integración de las subsidiarias a las redes de innovación internacionales, bajo nivel en la jerarquía organizacional de las subsidiarias y ubicación en un territorio que no es un importante centro de excelencia. Aunque su orientación sea más bien hacia la producción, los motivos para descentralizar las actividades de innovación se asocian principalmente a una lógica de demanda, relacionada con la proximidad al mercado, ya que este tipo de filiales realizan I+D con el fin de adaptar los productos desarrollados en los países de origen a los mercados locales (p.e a la disponibilidad de recursos, las necesidades de los clientes o la regulación) o la propia puesta en marcha de los establecimientos (Alvarez & Molero, 2004; Cantwell & Mudambi, 2005; Von Zedtwitz & Gassmann, 2002). Debido a estas características cabe esperar que las EMN de este tipo realicen actividades de I+D e innovación incrementales y su objetivo se limite al desarrollo de productos, sin incluir la generación de tecnologías de propósito general y la investigación básica; también con excepción, quizás, de los vínculos intra-grupo, las conexiones con el entorno (tanto global como local) serían bastante limitadas (Balcet & Evangelista, 2005, p. 60)<sup>17</sup>. La literatura empírica sugiere que la adaptación de productos y tecnologías existentes es la motivación más frecuente de las empresas multinacionales –y el principal impulsor– de la internacionalización de la innovación (Bas & Sierra, 2002; Kuemmerle, 1999; Patel & Vega, 1999).

Por su parte, el objetivo de la estrategia de creación de competencias consiste en monitorear, crear o adquirir activos de conocimiento distintivos y capacidades tecnológicas nuevas o complementarias a aquellas que ya posee la firma, lo que les permite a las EMN aumentar el stock de conocimiento que poseen (Cantwell & Mudambi, 2005; J Dunning & Narula, 1995; Narula & Zanfei, 2004; Patel & Vega, 1999). Este tipo de subsidiarias se

<sup>16</sup> La clasificación de los mandatos de las filiales y subsidiarias de EMN, no necesariamente puede hacerse por separado o son inamovibles, pues las empresas pueden cambiar sus actividades en el tiempo y además estas se pueden dar simultáneamente (Zanfei, 2000).

<sup>17</sup> En este caso, las filiales extranjeras son más propensas a desarrollar I+D extramuros (adquiridos por la sede) y las fuentes de que proveen conocimiento incremental (tales como el diseño o la fabricación de prueba).



caracterizan por tener una producción fuertemente conectada a la I+D, una fuerte integración de las subsidiarias a las redes de innovación internacionales de las EMN, una mayor contribución y nivel de las subsidiarias en la jerarquía de la organización y/o presencia de subsidiarias como centros de excelencia (Cantwell & Mudambi, 2005). El acceso a activos tecnológicos en el país de recepción puede darse a través de efectos de desbordamiento (aprovechándose de economías de aglomeración), por medio de las fusiones o adquisiciones o a través de alianzas de I+D. En ese sentido, para este tipo de subsidiarias resulta de gran relevancia la disponibilidad de habilidades locales, capital humano y una infraestructura que les permitan profundizar y ampliar su conocimiento tecnológico a través de su inserción en las redes locales (Cantwell & Molero, 2003). Las empresas que siguen un patrón de búsqueda de activos se espera que muestren un fuerte compromiso con las actividades de innovación, una alta propensión a introducir innovaciones de producto desarrollados internamente y un alto nivel de recursos dedicados a la I+D (Balcet & Evangelista, 2005).

Algunos autores amplían la categorización señalada planteando una desagregación más rigurosa que dé cuenta de la heterogeneidad observada en las estrategias tecnológicas de las EMN. En el caso de Balcet y Evangelista (2005) plantean, además de las estrategias de explotación y creación de competencias, una categoría adicional que denominan “subsidiarias de baja tecnología”, las cuales, se caracterizan por desplegar estrategias de internacionalización de la producción con poco o nulo compromiso con la innovación. Su misión principal consiste en la producción y distribución de mercancías, ya sea hacia los mercados internacionales o los domésticos. En el primer caso, su desempeño no se explica por las ventajas competitivas basadas en la innovación tecnológica, sino más bien por otro tipo de factores competitivos (p.e habilidades, marcas y capacidades de comercialización y organización); mientras que en el segundo caso, las subsidiarias sirven al mercado nacional sin realizar mayores esfuerzos en la adaptación de los productos a las condiciones locales. La I+D, tanto interna como externa, es nula o muy limitada y la mayor parte de los esfuerzos de innovación se centran en la adquisición de maquinaria y equipo u otras actividades de menor valor. Como resultado, estas subsidiarias muestran una baja propensión a desarrollar innovaciones, y de existir, se enfocan en las innovaciones de proceso. Por tales características se esperaría que en este tipo de subsidiarias sean escasas o inexistentes las interacciones y los flujos de conocimiento con el ambiente externo en el país de acogida. Este tipo de estrategia se asocia a lo que en el modelo ecléctico se denominan estrategias

de búsqueda de mercados de la IED, en las que ni las filiales de las EMN ni los países receptores poseen fortalezas tecnológicas especiales, y sólo se busca expandir la producción internacional (Bas & Sierra, 2002).

Finalmente es importante señalar que el tipo de mandato que siguen las EMN, además de obedecer al nivel de autonomía otorgada a las subsidiarias y el nivel de desarrollo tecnológico de la economía doméstica, también se encuentra ligado al sector al que pertenece la empresa. El tipo de industria afecta no sólo la capacidad de innovación de las empresas, sino también la decisión de las empresas multinacionales para localizar las actividades de I+D en el extranjero, teniendo en cuenta las diferencias que existen en las oportunidades tecnológicas y las condiciones de apropiabilidad entre sectores (Belderbos, Fukao, & Iwasa, 2006). Así, en su decisión de optar por una estrategia de internacionalización en particular, las empresas multinacionales toman en cuenta las fortalezas y debilidades del país anfitrión en una industria determinada. Para el caso de Italia, por ejemplo, Balcet y Evangelista (2005) demuestran que las estrategias de inversión en innovación de las filiales de empresas multinacionales están estrechamente vinculadas a las industrias en las que las empresas italianas han sido tradicionalmente fuertes (p.e la ingeniería mecánica). Por su parte, Bell y Marín (2004), en el caso de Argentina, y Molero y García (2008) para España, encuentran que la IED ha tendido a ubicarse en los sectores en los que estos países han alcanzado unas competencias tecnológicas considerables.

### **1.3 Comportamiento innovador de las empresas extranjeras: la evidencia empírica**

Existe una creciente literatura que analiza las diferencias en el comportamiento innovador entre las filiales de empresas multinacionales y empresas domésticas utilizando datos a nivel de firma. Un primer punto de referencia, se puede ubicar en los estudios que evalúan la relación existente entre productividad e internacionalización de las empresas, según los cuales las empresas multinacionales y las exportadoras tienden a mostrar un nivel de productividad superior que las firmas domésticas (e.g. Aitken & Harrison, 1999; Bernard, Eaton, Jensen, & Kortum, 2000; Criscuolo & Martin, 2003; Doms & Jensen, 1998; Girma, Kneller, & Pisu, 2005; Griffiths, Redding, & H., 2002; Helpman, Melitz, & Stephen, 2004)<sup>18</sup>. Estos trabajos asumen la visión de las teorías de la producción internacional en cuanto a que las multinacionales deben estar dotadas de ciertas ventajas de propiedad exclusivas, como lo es la tecnología, para poder ser capaces de competir en los mercados

<sup>18</sup> Además de la productividad también se han encontrado diferencias entre firmas nacionales y extranjeras en cuanto a salarios, habilidades de la fuerza de trabajo y tasas de crecimiento (Bellak, 2004).

externos (Castellani & Zanfei, 2007). En este sentido, el supuesto subyacente a estos modelos es que las diferencias en productividad entre firmas extranjeras y domésticas evidencian una brecha tecnológica entre ambos tipos de firmas (Bellak, 2004; Ebersberger & Lööf, 2004)<sup>19</sup>.

Doms y Jensen (1998) y Criscuolo y Martin (2003), para Estados Unidos y el Reino Unido respectivamente, encuentran que las multinacionales -ya sea con capital extranjero o doméstico- tienden a mostrar mayores niveles de productividad que el resto de firmas. Para Alemania Griffith y Simpson (2002) concluyen que las subsidiarias representan una proporción significativa de empresas en la frontera tecnológica y por lo tanto realizan una gran contribución al crecimiento de la productividad a través de la transferencia de tecnología. Entre los estudios que aportan evidencia de que las firmas multinacionales tienen una productividad superior a las exportadoras y estas a su vez tienen una mayor productividad que las empresas que venden en el mercado nacional se pueden mencionar los de Girman et al. (2005), Wagner (2006a) y Arnold y Hussinger (2006).

Un cuerpo de literatura más reciente ha intentado profundizar en la explicación de la heterogeneidad en el desempeño tecnológico de las firmas más allá de la productividad incluyendo explícitamente en sus análisis medidas de los insumos (p.e. esfuerzo en actividades de innovación) y/o de los productos del proceso innovador (p.e. patentes o innovaciones tecnológicas). Los estudios en esta línea tienen la particularidad de que son realizados con base en encuestas de innovación, siendo los países europeos los más estudiados a través de la Encuesta Comunitaria de Innovación (CIS por sus siglas en inglés). En particular, según estos trabajos las diferencias de productividad entre las firmas multinacionales (ya sea de capital nacional o extranjero) y las firmas domésticas pueden atribuirse a las diferencias en la producción de conocimiento (Castellani & Zanfei, 2007; Criscuolo, Haskel, & Slaughter, 2005; Criscuolo, et al., 2010; Ebersberger, Lööf, & Oksanen, 2005; Frenz & Ietto-Gillies, 2007; Silva et al., 2009; Wagner, 2006b).

En estos estudios se pueden distinguir diversas aproximaciones, particularmente de tipo metodológico. En primer lugar están los estudios que

utilizan modelos de determinantes de la innovación para establecer la contribución de las firmas extranjeras en el desempeño innovador de los países receptores (p.e. Almeida & Fernandes, 2008; Castellani & Zanfei, 2003; Frenz & Ietto-Gillies, 2007; Sadowski & Sadowski-Rasters, 2006). En segundo lugar, se pueden identificar los trabajos que buscan establecer patrones o tipologías de estrategias innovadoras de las filiales extranjeras a través de métodos de análisis factorial (p.e. Balcet & Evangelista, 2005; Bas & Sierra, 2002; Molero & Garcia, 2008). Mientras que un tercer grupo de estudios, relativamente recientes, se basa en los modelos que interrelacionan el esfuerzo en I+D, la innovación y la productividad de las firmas, ya sea sustentados en los trabajos seminales de Griliches (1979) o su refinamiento por parte de Crepón, Mairesse y Mohnen (1998, en adelante CDM)<sup>20</sup>; aproximación que ha servido de base para evaluar de manera más rigurosa y detallada las diferencias en el desempeño innovador entre firmas domésticas y multinacionales (Castellani & Zanfei, 2007; Criscuolo, et al., 2005, 2010; Dachs, Ebersberger, & Lööf, 2008).

También en la literatura se pueden identificar investigaciones en la que la propiedad extranjera se utiliza como una variable de control adicional para explicar las diferencias inter-firma en la intensidad del gasto en I+D, la producción de innovaciones o en la productividad (p.e. Chudnovski et al., 2006; Raffo et al., 2008; Johansson & Lööf, 2009). Estos trabajos en el caso de países en desarrollo y en especial para Latinoamérica fueron consultados pues son pocas las investigaciones que analicen directamente el impacto de la inversión extranjera en la innovación para la región.

Considerando los países desarrollados, los resultados obtenidos en las investigaciones empíricas han arrojado conclusiones mixtas sobre el impacto de la propiedad extranjera o la multinacionalidad en el comportamiento innovador de las firmas. Love et al. (1996), concluyen que la propiedad extranjera tiene un impacto positivo sobre la probabilidad de alcanzar innovaciones de producto en el caso de las firmas manufactureras en Escocia. De igual manera, Frenz & Ietto-Gilles (2004 y 2007), para el Reino Unido, encuentran que las firmas que pertenecen a una multinacional, ya sea de capital extranjero o doméstico, tienen una mayor propensión a innovar, en especial cuando emprenden actividades de innovación sobre bases continuas en vez de ocasionales. Encuentran además, que la propensión a innovar se

<sup>20</sup> El modelo CDM, que se tratará más en detalle en la sección metodológica, describe formalmente tres conjuntos de ecuaciones que reflejan en primer lugar la decisión de las firmas de desarrollar actividades innovadoras (I+D) y el monto dedicado a ellas; en segundo lugar, los mecanismos a través de los cuales los insumos de la innovación son transformados en productos innovadores y en tercer lugar, el impacto de la innovación sobre el desempeño de las firmas (i.e. la productividad).

<sup>19</sup> En los trabajos más recientes, han tenido gran influencia los modelos que explícitamente incluyen la heterogeneidad en el desempeño empresarial como factor explicativo de los diferentes modos de entrada de las firmas en el mercado internacional (Bernard, et al., 2000; Helpman, et al., 2004). Según estos, dados unos costos del comercio y unos costos fijos de operar internacionalmente, sólo las firmas más productivas se convierten en multinacionales, las firmas cuya productividad se encuentra en un rango intermedio se inclinan hacia la exportación y las menos productivas sólo venden sus productos en el mercado local (Greenaway & Kneller, 2007, p. 151).

incrementa con el grado de multinacionalidad<sup>21</sup>.

Para el caso de Italia, Castellani & Zanfei (2003) muestran que las firmas multinacionales difieren de las empresas domésticas, más en el tipo de estrategias de innovación perseguido, que en su desempeño innovador. Las estrategias de innovación presentan un alto grado de heterogeneidad dependiente de diversos factores tales como las características de la industria y de las firmas, así como de las particularidades del SNI italiano. Sólo las empresas multinacionales que se encuentran en sectores basados en la ciencia y que se caracterizan por ser intensivas en escala y de gran tamaño, aventajan a las firmas domésticas en términos de su desempeño innovador. También encuentran que las estrategias de innovación de tipo adaptativo son dominantes mientras que las de búsqueda de activos son más débiles.

Ebersberger y Loof (2004), analizan el efecto de la propiedad extranjera sobre la I+D, la innovación y la productividad en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia. De manera novedosa, el análisis tiene en cuenta el efecto de los estilos de gobernanza de las firmas extranjeras - nórdico, anglosajón y europeo continental - en el análisis. Los autores encuentran, que con la excepción de Noruega, la propensión a realizar actividades de I+D no difiere entre firmas extranjeras y domésticas, aunque sí en su intensidad en el caso de las firmas ubicadas en Suecia, Noruega y Finlandia (excepto las filiales anglosajonas). En cuanto a la obtención de innovaciones, las empresas extranjeras en Finlandia, Suecia y Dinamarca tienen una mayor propensión a obtener innovaciones, mientras que en Noruega, no se encuentran diferencias sistemáticas. Profundizando en el caso de Finlandia, Ebersberger et al. (2005) concluyen que además de desempeñarse mejor en términos de insumos y productos de la innovación, las filiales de empresas multinacionales mantienen mayores niveles de colaboración con otros agentes el SNI y un mayor acceso al financiamiento público. Encuentran además que las estrategias de mercado seguidas por las empresas son mucho más determinantes que la propiedad misma para explicar el desempeño innovador.

Para Holanda, Sadowsky & Sadowsky-Rasers (2006) reportan que las subsidiarias de EMN son más innovadoras que las firmas domésticas, pero tienden a obtener innovaciones tecnológicas más de tipo imitativo (nuevas para la firma) que "reales" (nuevas para el mercado). Así mismo, cuando se utilizan la población de firmas innovadoras

como base de análisis, las firmas extranjeras no muestran una mayor propensión a desarrollar innovaciones reales, pero cuando existen se sostienen en la transferencia de conocimiento desde las casas matrices y en los esfuerzos tecnológicos propios de las filiales.

Mediante la estimación del modelo CDM, Dachs, Ebersberger & Löf (2008) aportan evidencia de que las empresas extranjeras en economías desarrolladas, pequeñas y abiertas (Austria, Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia) siguen el siguiente patrón: si bien la propiedad extranjera está asociada con niveles similares en los insumos de la innovación (con excepción de Austria y Noruega) las filiales de EMN muestran niveles superiores de productos innovadores (% de ventas por productos innovadores e innovaciones nuevas para el mercado) y una mayor productividad laboral que las firmas domésticas. Así mismo, se evidencia un grado importante de involucramiento (*embeddedness*) de las firmas extranjeras en los SNI receptores: en 4 de los 5 países analizados las filiales de las EMN muestran una propensión a cooperar similar o superior que el mostrado por las firmas domésticas.

En contraste Dachs y Ebersberger (2009), demuestran para Austria que el efecto de la propiedad extranjera sobre los insumos y productos de la innovación es neutral. Concluyen que las diferencias en el comportamiento innovador entre firmas domésticas y multinacionales se explican más por factores como el tamaño, la afiliación sectorial y la intensidad exportadora y que la nacionalidad de la casa matriz no es importante para determinar el comportamiento innovador, con excepción de las filiales anglosajonas. Adicionalmente la pertenencia a un grupo multinacional ayuda considerablemente a superar diversos obstáculos del proceso de innovación, tales como la falta de recursos financieros, falta de información tecnológica y de mercado o problemas organizativos.

Stiebale & Reize (2010) examinan en Alemania el efecto de las adquisiciones de empresas por inversionistas extranjeros sobre las actividades de innovación. Utilizando una versión modificada del modelo CDM, estos autores concluyen que las adquisiciones tienen un impacto negativo sobre la propensión y la intensidad de la inversión en I+D, que puede deberse a la racionalización y la búsqueda de eficiencia en la I+D a través de la relocalización de las actividades innovadoras desde las empresas adquiridas hacia las casas matrices. La producción de innovaciones, medida por las ventas de productos innovadores, no se ve afectada por la adquisición foránea.

En un estudio similar para Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, Johansson et al. (2008)

<sup>21</sup> Esto se mide a través del Internationalisation Index (Ii) y el Net-work Spread Index (NSI), planteados por Ietto-Gillies (1998 y 2002). El primero, busca capturar la intensidad de la internacionalización de una firma calculada como la relación entre las actividades en el extranjero y el total de las actividades de la empresa. El segundo, mide el grado de dispersión geográfica de una EMN (Frenz & Ietto-Gilles, 2007; p.17)



encuentran que las firmas domésticas tienden a aventajar a las firmas adquiridas en términos de su propensión a la I+D y el desempeño innovador, mientras que no se observan diferencias en la intensidad del gasto en innovación ni sobre la productividad. En adición, el tipo de estrategias tecnológicas seguidas por las firmas adquiridas (explotación o creación de competencias) se correlaciona significativamente con el grado de colaboración de las EMN con el SNI y que los motivos para la adquisición de empresas foráneas varían sustancialmente entre países.

En un trabajo novedoso, que se sigue de cerca en la presente investigación, Criscuolo et al (2005 y 2010) estiman una Función de Producción de Conocimiento (KFP por sus siglas en inglés), en la misma línea de lo planteado por Griliches (1979), para analizar el efecto de la internacionalización de las empresas (i.e su compromiso global) sobre la producción de innovaciones. Encuentran que las firmas en el Reino Unido con un compromiso global (multinacionales y empresas exportadoras) innovan más que las firmas domésticas, lo cual se debe, no sólo a que utilizan mayores insumos de conocimiento (i.e I+D), sino también a una mayor capacidad de aprendizaje, por su acceso a la red de información global a la que pertenecen y a las relaciones que establecen con otros agentes locales del SNI tales como proveedores, clientes y universidades. El mayor acceso al mayor stock de conocimiento por parte de las empresas que exportan se atribuye a los procesos de learning by exporting (Clerides, Lach, & Tybout, 1998), mientras que en las filiales se encuentra ligado a las redes de producción en la que se inscriben por ser parte de un grupo multinacional. Otro hallazgo de interés es que la importancia relativa de cada una de las fuentes de conocimiento varía sistemáticamente con el tipo de innovación, ya sea patentes o innovaciones tecnológicas. Siguiendo esta línea de trabajo Wagner (2006b) y Silva et al (2011), estiman un modelo similar para los casos de Alemania y Portugal respectivamente, confirmando en gran medida los resultados encontrados por Criscuolo et al. (2005).

Castellani & Zanfei (2007) para Italia, también investigan la relación entre internacionalización e innovación en las firmas. Encuentran que las empresas internacionalizadas realizan un mayor esfuerzo en I+D y poseen un desempeño innovador superior al resto de firmas. Si bien las multinacionales con un menor compromiso con los mercados externos (sin actividades manufactureras en el exterior) son más productivas que las exportadoras, no son más innovadoras.

Un aporte importante de las investigaciones que relacionan los modos de internacionalización y la

innovación, es que incluyen en el análisis del desempeño innovador de otras empresas internacionalizadas (exportadoras y las multinacionales domésticas) y no sólo las filiales de multinacionales, lo cual permite superar en parte los problemas que existen al compararlas únicamente con las firmas domésticas<sup>22</sup>. Así mismo, han permitido validar teorías sobre la heterogeneidad empresarial en lo referente a que las firmas más productivas se auto-seleccionan en los mercados internacionales y que su internacionalización es una fuente importante de acceso a fuentes de conocimiento geográficamente dispersas, y, en el caso de las EMN, su vinculación a redes globales de producción.

En general, al igual que sucede en los países desarrollados, los resultados sobre el comportamiento innovador de las EMN en países en desarrollo, han arrojado conclusiones mixtas, aunque con una mayor tendencia a no encontrar suficiente evidencia sobre la superioridad tecnológica de las empresas extranjeras.

Almeida & Fernández (2008) concluyen que las firmas con propiedad extranjera mayoritaria tienen una menor propensión a desarrollar innovaciones tecnológicas en comparación a las firmas domésticas, especialmente en las industrias de baja tecnología. En contraste, las firmas con capital extranjero minoritario tienen una propensión a innovar superior a las firmas domésticas. Explican, que estos resultados se pueden deber a que las tecnologías transferidas a las firmas con capital extranjero mayoritario son más maduras y menos dirigidas hacia la innovación en comparación con aquellas transferidas a las firmas con capital extranjero minoritario.

Falk y Falk (2008), analizan la relación entre propiedad extranjera y actividades de innovación para 14 países de la Unión Europea –UE– encontrando diferencias importantes entre los países más desarrollados y los de menor desarrollo (economías en transición). En particular concluyen que la propensión a innovar en los nuevos estados miembros de la UE (países del Este) es significativamente mayor para las firmas extranjeras que las domésticas, independientemente del tipo de actividades de innovación realizadas; mientras que para las empresas extranjeras ubicadas en los países del Oeste sólo tienen una mayor propensión a introducir innovaciones de producto sobre bases internas. No obstante, aunque las empresas extranjeras son más innovadoras en

<sup>22</sup> El problema detrás de comparar las EMN y firmas domésticas, es la heterogeneidad entre firmas. El comportamiento de las EMN pueden variar de acuerdo a la razón de ser detrás de la IED y el sector en el que se encuentre, así mismo existe la dificultad de separar los efectos de la propiedad sobre otros atributos de las filiales de EMN y de hacer comparaciones entre empresas con actividades de valor añadido similares (J. Dunning & Lundan, 2008, pp. 360-361).

los países menos desarrollados del Este, la innovación es más bien de tipo imitativo. Adicionalmente, encuentran que en las economías en transición, las diferencias en el desempeño innovador radican más en las características particulares de las firmas, por ejemplo, en el tamaño empresarial, más que en la propiedad en sí misma. Una posible explicación que dan de las diferencias entre los países del este y del oeste de la UE en el desempeño innovador es que la antigüedad promedio de las filiales en los primeros es mucho menor que en los segundos.

En el caso de Estonia, Masso et al. (2010) encuentran que las empresas multinacionales no tienen una mayor propensión a realizar actividades de innovación pero sí muestran una mayor intensidad en el gasto en innovación que las firmas locales. Así mismo, las firmas multinacionales muestran una mayor propensión a desarrollar innovaciones, pero cuando se incluyen otras variables de control el efecto se vuelve insignificante. Utilizando la metodología planteada por Falk (2006) (i.e PSM), estos autores encuentran que las diferencias más importantes entre firmas domésticas y multinacionales se asocian a los obstáculos, los costos y el financiamiento de la innovación. Un hallazgo similar aparece en el trabajo de Jefferson et al (2006) para China en donde las empresas transnacionales son menos propensas que las locales a realizar actividades de I+D.

Para Tailandia, Berger & Diez (2008) encuentran que las filiales extranjeras no realizan actividades tecnológicas de mayor alcance como pueden ser ingeniería reversa o el diseño, pero sí otras actividades que requieren capacidades intermedias o básicas como son los controles de calidad, pruebas y adquisición y adaptación de tecnología externa. Los estudios de caso que adelantan para la industria automotriz y de discos duros, muestran que las EMN tienden a tener fuertes capacidades asociadas a la producción (ingeniería industrial y de proceso), mientras que sus capacidades de innovación y de cooperación son bajas. Pero al parecer esta situación no es estática, encontrándose evidencia de que con el tiempo las filiales de EMN adquieren cada vez mayores capacidades tecnológicas.

En los trabajos encontrados para los países de América Latina, en la mayoría de casos el papel asignado a la evaluación del impacto de la propiedad extranjera sobre la innovación ha sido secundario, con excepción de algunos trabajos realizados para Chile, Brasil y Argentina en los que es el foco principal de investigación. Para Chile, Álvarez (2001) encuentra que la exportación es más relevante que la propiedad extranjera para explicar el desempeño innovador de las firmas en ese país. En particular, la propiedad extranjera

no se asocia con una mayor propensión a la I+D ni con la introducción de innovaciones tecnológicas, pero sí afecta la probabilidad de introducir innovaciones en comercialización y en el diseño de productos.

Un hallazgo similar aparece en Álvarez & Robertson (2004) en el caso de México: mientras la exportación afecta la mayor parte de las medidas de innovación, la presencia de propiedad extranjera en las firmas sólo afecta las innovaciones asociadas a la convergencia hacia la frontera tecnológica, como los son las innovaciones de proceso y la adquisición de licencias en el extranjero. Sin embargo, para este mismo país Romo y De Titto (2006) encuentran que aunque la inversión extranjera no tiene efecto sobre la propensión y la intensidad del gasto en innovación, sí que lo tiene sobre la probabilidad de generar innovaciones tanto graduales como radicales, así como sobre las ventas por productos innovadores y la generación de patentes.

En un estudio comparativo para seis países latinoamericanos y europeos (Francia, España, Suiza, Argentina, Brasil y México), Raffo et al. (2008) encuentran que la relevancia de la propiedad extranjera sobre la I+D, la innovación y la productividad varía ampliamente entre países. Sólo en los casos de Francia y Brasil las EMN tienen una mayor propensión e intensidad en el gasto en I+D, lo cual, explican, puede deberse al tamaño del mercado de estos países que justifican una mayor inversión en I+D y a que los SNI poseen mayor atractivo en el sentido de proveer un entorno más adecuado a la innovación. Plantean además que en países como México, España y Argentina, la menor propensión y esfuerzo en I+D puede estar asociado a que las fuerzas principales que han motivado los flujos de IED hacia esos países, por lo menos en las décadas 80s y 90s, han consistido en búsqueda de eficiencia y reducción de costos. Finalmente, encuentran que en ninguno de los países estudiados las EMN tienen una mayor probabilidad de desarrollar innovaciones (de producto), no obstante las empresas extranjeras muestran un mayor nivel de productividad.

En un conjunto de trabajos recientes, en los que utiliza el modelo CDM adaptado a las especificidades de los países latinoamericanos, se encuentra en general que los esfuerzos en innovación se encuentran débilmente relacionados con la propiedad extranjera. Chudnovski et al. (2006) para Argentina concluye que la propiedad extranjera no afecta ninguna de las ecuaciones del modelo CDM, i.e las firmas con capital extranjero no tienen una mayor propensión ni intensidad a gastar en actividades de innovación y tampoco tienden a obtener mayores innovaciones en comparación con las firmas domésticas. Este resultado es

confirmado por Arza y López (2010), quien sin embargo difiere al encontrar un efecto positivo y significativo de la propiedad extranjera sobre la innovación de proceso.

Para Uruguay, Cassoni & Ramada (2010) muestran que la propiedad extranjera minoritaria no aumenta la propensión a realizar actividades de innovación y tiene un efecto negativo sobre la intensidad del gasto en esas actividades; mientras que las firmas con propiedad extranjera mayoritaria evidencian una mayor intensidad en el gasto en innovación que sus contrapartidas nacionales, lo cual se ve acompañado de una mayor propensión a obtener innovaciones, en especial de producto hacia el mercado internacional.

Para Colombia, Arbeláez & Torrado (2009) muestran que la presencia de capital extranjero (como porcentaje del capital total), no se asocia con una mayor probabilidad e intensidad en realizar actividades de I+D. Por el contrario, las empresas con capital extranjero si muestran una mayor intensidad en el gasto total en innovación con respecto a las firmas domésticas<sup>23</sup>. Adicionalmente, tienen una menor probabilidad de obtener innovaciones, con excepción de aquellas para el mercado internacional.

## 2. Metodología

Considerando el marco conceptual y los hallazgos empíricos reseñados, la presente investigación busca determinar si las firmas extranjeras tienen un desempeño innovador superior a las firmas domésticas (incluidas las exportadoras) y los factores que explican esas diferencias si se encuentran. Para ello se toma como base de partida la aproximación metodológica planteada por Criscuolo et al (2005 y 2010) quienes al comparar las diferencias en la generación de innovaciones entre firmas multinacionales, exportadoras y domésticas estiman para las firmas una Función de Producción de Conocimiento (KFP por sus siglas en inglés), siguiendo el modelo de stock de conocimiento desarrollado por Griliches (1979 y 1984). Estimación que acompañan los autores con la aplicación de un ejercicio de innovation accounting (Mairesse & Mohnen, 2002), con el fin de evaluar la contribución de ser una empresa extranjera sobre las diferentes medidas de la innovación analizadas.

Además de este marco analítico de partida, el presente estudio utiliza el modelo CDM como estrategia metodológica de análisis de tal manera que no sólo se realiza un análisis de las diferencias en la producción de innovaciones a través de la KFP<sup>24</sup>

<sup>23</sup> El gasto en innovación incluye la inversión en I+D, entrenamiento y capacitación, tecnologías incorporadas y no incorporadas al capital y el mercadeo de innovaciones.

<sup>24</sup> Criscuolo et al (2005 y 2010), estiman la KFP a través de la utiliza-

sino que también se evalúan los determinantes de la probabilidad y la intensidad del gasto de las empresas en actividades de innovación (AI). A su vez al modelo CDM se incorporan otras modificaciones para hacerlo más ajustado al objetivo de investigación y al contexto en el que se desarrolla, como se explica más adelante.

En términos generales, el modelo de Griliches (1979 y 1984), busca evaluar el efecto causal de la inversión en innovación sobre la producción de innovaciones (i.e la KPF) y el efecto de esto último sobre la productividad<sup>25</sup>. Según este planteamiento los productos de nuevo conocimiento dependen de dos insumos básicos: la inversión en el descubrimiento de nuevo conocimiento y los flujos de ideas que surgen del stock de conocimiento existente, adquirido ya sea por medio de transacciones de mercado o vía spillovers. Posteriormente Crépon, Mairesse y Mohnen (1998), plantean un modelo en la misma línea conceptual pero mejorando la especificación, los métodos de estimación y las variables utilizadas en el modelo de stock de conocimiento. En particular, el modelo CDM intenta corregir los problemas asociados a los sesgos de selección<sup>26</sup> y también de endogeneidad que median la relación entre los insumos de la innovación, la producción de innovaciones y la productividad. Así mismo, se emplea un conjunto mucho más amplio de indicadores en las estimaciones de los insumos y productos de innovación aprovechando la información proporcionada por las encuestas de innovación<sup>27</sup>.

El modelo CDM, ha tenido una gran influencia y difusión en la elaboración de estudios llevados a cabo en el tema de la innovación en países desarrollados y en desarrollo, como lo evidencian las revisiones de Hall & Mairesse (2006) y Mohnen & Mairesse (2010). En el transcurso de su aplicación diferentes estudios han incorporado variaciones con el fin de mejorar o adaptar su especificación a objetivos particulares así como a diferentes ámbitos de análisis.

Del trabajo de Crépon et al. (1998) se toma el planteamiento básico de tener ecuaciones que

ción del método de variables instrumentales para la intensidad del gasto en I+D, sin recurrir a las ecuaciones asociadas a la propensión y la intensidad del gasto en actividades de innovación planteadas en el modelo CDM.

<sup>25</sup> En ese sentido, la innovación (i.e. el capital de conocimiento) es considerado en la función de producción de la empresa como un insumo más conjuntamente con el resto de factores productivos.

<sup>26</sup> Los problemas de selección, ocurren porque la muestra seleccionada no es aleatoria a toda la población, lo cual surge del hecho de que no todas las empresas eligen invertir en innovación, y además no todas las empresas reportan cuanto invierten en esas actividades, así el dato no reportado produce sesgo de selección.

<sup>27</sup> La literatura basada en estos planteamientos, ha demostrado lo adecuado de abordar la relación entre I+D, innovación y productividad a través de un conjunto amplio de medidas de los productos de conocimiento y no sólo las patentes, entre ellas las ventas por productos innovadores y medidas binarias de la generación de innovaciones tecnológicas.



describen cada etapa del proceso de innovación. Esto es, una primera etapa que modela la decisión de las empresas de involucrarse en actividades de innovación; una segunda que busca establecer la cantidad de recursos que se destinan para tal fin (es decir, la intensidad de la inversión en AI) y una tercera etapa en la que se evalúa el impacto de la inversión en innovación sobre la producción de conocimiento (i.e la innovación). En el presente estudio se sigue la especificación del modelo CDM planteada por Griffith et al (2006) combinada con el marco analítico planteado por Criscuolo (2005 y 2010). También se tienen en cuenta los trabajos realizados para algunos países latinoamericanos como los de Chudnovski et al. (2006); Cassoni & Ramada (2010), Arza & López (2010) y Crespi (2011). En comparación al modelo CDM original, la especificación que se utiliza difiere en varios aspectos generales como son:

- El modelo se estima para todas las firmas y no sólo para las firmas innovadoras por dos razones principales. La primera de ellas es que contrario a los estudios basados en las encuestas CIS de países europeos<sup>28</sup>, nuestra muestra no presenta sesgos de selección muestral aunque sí de autoselección<sup>29</sup>, pues la EDIT4 recoge información tanto de las empresas innovadoras como de las no innovadoras<sup>30</sup>. Esto se debe a que el diseño y aplicación de las encuestas de innovación para Colombia sigue las recomendaciones del Manual de Bogotá en cuanto a la importancia de identificar el “esfuerzo innovador” de las firmas con el fin de ajustarse a las características particulares de la industria de los países latinoamericanos (Jaramillo, Lugones, & Salazar, 2000)<sup>31</sup>. La segunda razón, es que de acuerdo con Griffith et al. (2006, p. 485) no todas las firmas reportan

<sup>28</sup> Con la excepción del Reino Unido, las encuestas CIS recopilan la información sólo para las empresas que innovan (Almeida y Fernández, 2006).

<sup>29</sup> El sesgo de selección muestral, surge cuando las muestras a disposición de los investigadores no son aleatorias lo cual hace que no se pueda obtener estimadores insesgados. Esto puede darse ya sea por el diseño mismo de la muestra o por la “autoselección” que se origina en decisiones de los agentes económicos es decir que los individuos pueden, ellos mismos, autoseleccionarse para pertenecer a determinado grupo. Esto hace que la observabilidad de la variable dependiente esté en función del valor que tome otra variable. En nuestro caso el sesgo de autoselección se debe a que no todas las empresas deciden gastar en actividades de innovación y esto finalmente determina nivel de gasto.

<sup>30</sup> Ver Cassoni & Ramada (2010) y Chudnovski et al. (2006), quienes encuentran una situación similar para los casos de Uruguay y Argentina. Según Cassoni & Ramada (2010, p.8), cuando debido al diseño de la encuesta hay disponibilidad de información para las firmas no innovadoras la primera ecuación del modelo CDM (decisión de innovar) puede ser ignorada y las ecuaciones CDM pueden estimarse por separado.

<sup>31</sup> En comparación al Manual de Oslo, el Manual de Bogotá desplaza el eje de análisis hacia el esfuerzo tecnológico o la gestión de la actividad innovadora. Entre los esfuerzos que se buscan medir están el diseño, la adquisición de tecnología incorporada y no incorporada al capital, comercialización y capacitación (Jaramillo, et al., 2000, p. 38).

los esfuerzos en innovación que realizan, lo cual no necesariamente deriva en que no obtengan innovaciones. En este sentido, se asume que el proceso que describe la inversión en actividades de innovación para las firmas que reportan un gasto positivo es el mismo para las que no lo reportan<sup>32</sup>. Este hecho es particularmente importante en el caso de las empresas extranjeras, las cuales pueden obtener innovaciones a través por ejemplo del aprovechamiento de la transferencia tecnológica o de los flujos de conocimiento desde sus casas matrices u otras partes que componen un grupo multinacional; por lo que resulta inapropiado no incluir las empresas extranjeras que no realizan actividades de innovación al estimar la KFP.

- Relacionado con lo anterior y siguiendo algunos de los trabajos realizados para países de América Latina (Chudnovski et al., 2006; Cassoni & Ramada, 2010; Arza & López, 2010), el modelo tiene en cuenta un amplio conjunto de actividades de innovación y no sólo el gasto en I+D, con el fin de captar las especificidades de los procesos de innovación que se dan en los países latinoamericanos y así asegurar una mejor comparabilidad entre el comportamiento innovador entre firmas extranjeras y domésticas. En particular, se tiene en cuenta el hecho de que las actividades de I+D realizadas por las empresas latinoamericanas no son sistemáticas y son más importantes los procesos imitativos, basados en la realización de actividades de innovación de menor alcance, tales como la compra de tecnología incorporada, diseño e ingeniería, comercialización de nuevos productos, entre otras (Jaramillo et al, 2000; Arza & López, 2010; Crespi, 2010).
- Finalmente, no se incluye la cuarta ecuación del modelo CDM que mide el impacto de la innovación sobre la productividad de la empresa. Esto se debe en primer lugar a que este análisis no se considera tan relevante para alcanzar los objetivos del estudio tal como lo demuestra el trabajo de Criscuolo et al (2005 y 2010). En segundo lugar, aunque en el modelo CDM original, la productividad y la producción de innovaciones se estiman simultáneamente, son muy pocos los estudios que han seguido este método (ver las revisiones de Mairesse & Mohnen, 2003 y Mairesse & Robin, 2009). En particular, al separarlos se busca realizar un uso más extensivo de las características del proceso de innovación por sí

<sup>32</sup> Por ejemplo, los trabajadores en las unidades de producción pueden dedicar una pequeña parte de su tiempo a evaluar cómo se desenvuelven los procesos en los que trabajan y como pueden ser más eficientes. Sin embargo, por debajo de cierto umbral, una empresa las empresas pueden que no informen este esfuerzo en I+D o en actividades de innovación (Griffith et al, 2006, p. 485).

mismo (Van Leeuwen & Klomp, 2006, p. 368). Un argumento adicional es planteado por Harrison et al. (2008, p. 964) para quienes posible estimar la KFP de manera independiente de la ecuación de la productividad pues la naturaleza recursiva de la cadena de valor de la innovación sugiere que la producción de innovaciones precede a su explotación, (i.e la innovación no puede ser explotada hasta que sea introducida).

Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo general que se aplica en la presente investigación consiste en un sistema de cuatro ecuaciones como se describe a continuación. Sea  $i = 1, \dots, N$  el subíndice relativo a las firmas. La ecuación 0 representa el esfuerzo en actividades de innovación de las firmas:

$$g_i^* = \beta_0 x_{0i} + \varepsilon_{0i}$$

(Ecuación 0)

Donde  $g_i^*$  se considera una variable latente inobservada,  $x_{0i}$  es el vector de determinantes del esfuerzo en innovación,  $\beta_0$  es el vector de parámetros de interés y  $\varepsilon_{0i}$  el término de error. La ecuación 0 no puede ser estimada directamente, de ahí que el esfuerzo en innovación de las firmas  $g_i^*$  se mida o se aproxime mediante el gasto en actividades de innovación, que se denota por  $g_i$ , sólo si la firma realiza o reporta ese gasto. En ese sentido se incorpora al modelo la siguiente ecuación de selección que describe si las firmas invierten o no en actividades de innovación:

$$g_i = \begin{cases} 1 & \text{si } g_i^* = \beta_1 x_{1i} + \varepsilon_{1i} > c \\ 0 & \text{si } g_i^* = \beta_1 x_{1i} + \varepsilon_{1i} \leq c \end{cases}$$

(Ecuación 1)

Donde  $g_i$  es una variable dicotómica igual a 1 para las empresas que realizan o reportan un gasto en actividades de innovación positivo e igual a cero en otro caso;  $g_i^*$  representa un criterio de decisión para adelantar actividades de innovación, por ejemplo su retorno esperado, que debe ser superior a un umbral para que la empresas decidan invertir en esas actividades (Crepón et al. 2006);  $x_{1i}$  es el vector de variables independientes que influyen en la decisión de invertir en actividades de innovación (entre ellas la característica de ser una final extranjera);  $\beta_1$  es el vector de parámetros a ser estimados y por último  $\varepsilon_{1i}$  es el término de error.

La siguiente ecuación del modelo se refiere al monto de recursos invertidos en actividades de innovación, que se encuentra condicionado a que la firma realice o reporte una inversión positiva en esas actividades:

$$k_i = \begin{cases} k_i^* = \beta_2 x_{2i} + \varepsilon_{2i} & \text{si } g_i = 1 \\ 0 & \text{si } g_i = 0 \end{cases}$$

(Ecuación 2)

Donde  $k_i$  es el gasto por trabajador en actividades de innovación en logaritmo,  $\beta_2$  es el vector de parámetros a ser estimados,  $x_{2i}$  es el vector de determinantes de la inversión en actividades de innovación y finalmente  $\varepsilon_{2i}$  es el término de error. Asumiendo que los errores  $\varepsilon_{1i}$  y  $\varepsilon_{2i}$  en las ecuaciones 1 y 2 están correlacionados, siguen una distribución normal con media cero y varianza constante y tienen un coeficiente de correlación  $\rho_{12}$ , éstas ecuaciones se estiman conjuntamente mediante un modelo Tobit generalizado por máxima verosimilitud (Tobit tipo II), usando el paquete econométrico Stata y el procedimiento de selección de Heckman (1979) para escoger los valores iniciales de los parámetros. La idea detrás de esta especificación, es que la decisión de invertir en innovación afecta el gasto en innovación observado en la muestra de empresas.

Se difiere de Griffith et al. (2006) en las variables dependientes que se incluyen. Además del gasto en I+D por trabajador, se incorpora un conjunto más amplio de actividades de innovación como variables dependientes en las ecuaciones asociadas a  $g_i$  y  $k_i$  (Cuadro 1), tales como la adquisición de tecnología incorporada (i.e la adquisición de maquinaria y equipo, y de software vinculados a introducir una innovación), adquisición de tecnología no incorporada (patentes, marcas, licencias, asistencia técnica entre otras), ingeniería y diseño industrial y entrenamiento y capacitación. La razón de esto, como se explicaba antes, es el bajo número de firmas que realizan actividades de I+D en el contexto empresarial colombiano y la gran importancia de otras actividades de innovación que pueden ser de menor alcance (ver sección 3.2). Adicionalmente, esta desagregación resulta útil para detallar mejor las diferencias en el comportamiento innovador entre firmas nacionales y extranjeras. Las variables dependientes se muestran en el cuadro 1 y su descripción detallada en el anexo 1.

En el vector de variables independientes incluidas en  $y$ , se incluyen aquellas planteadas en la literatura para explicar la probabilidad de invertir en actividades de innovación y su intensidad de acuerdo con el modelo CDM básico, tomando en cuenta los cambios introducidos por Griffith et al. (2006) y otros autores que utilizan el modelo CDM. Entre las variaciones están la inclusión del tipo de empresa -ya sea subsidiaria, doméstica exportadora o doméstica no exportadora-, y la utilización de la taxonomía de Pavitt como variable independiente en vez del sector industrial a



**Cuadro 1. Variables dependientes de las ecuaciones 1 y 2**

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $g_i$ | Probabilidad de invertir en I+D total (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en I+D intramuros (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en I+D extramuros (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en actividades de innovación-AI (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en tecnología incorporada (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en tecnología no incorporada (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en mercadeo de innovaciones (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en ingeniería y diseño industrial (Dummy)<br>Probabilidad de invertir en capacitación (Dummy)                                                                                           |
| $k_i$ | Logaritmo de la intensidad de la inversión en I+D total<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en I+D intramuros<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en I+D extramuros<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en actividades de innovación-AI<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en tecnología incorporada<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en tecnología no incorporada<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en mercadeo de innovaciones<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en ingeniería y diseño industrial<br>Logaritmo de la intensidad de la inversión en capacitación |

dos dígitos (Chudnovski et al., 2006).

En cuanto a los criterios de exclusión de variables en las ecuaciones 1 y 2, en principio no necesariamente existen razones teóricas para incluir el mismo número de regresores en ambas ecuaciones, de hecho el modelo CDM lo hace de esa manera. En los trabajos que aplican el modelo CDM esta justificación no siempre está presente. En nuestro caso seguimos la especificación del modelo de selección planteada por Griffith et al. (2006) y Mairesse y Robin (2009), en la que se excluye de la ecuación 2 el tamaño empresarial y de la ecuación 1 las variables asociadas al empuje de demanda, la cooperación en actividades de innovación y las fuentes de información.

Finalmente, la última ecuación corresponde a la Función de Producción de Conocimiento –KFP– que describe el proceso de transformación que va de los insumos de la innovación a la producción de conocimiento económicamente valioso (i.e la innovación) (Griliches, 1979). En el modelo CDM esta ecuación está dada por:

$$t_i = \gamma \hat{k}_i + \beta_i x_{3i} + \varepsilon_{3i}$$

(Ecuación 3)

Donde  $t_i$  hace referencia a los cambios en el stock de conocimiento que es aproximado por un conjunto amplio de medidas de la innovación. Por su parte,  $\hat{k}_i$  es la intensidad del gasto en innovación

predicha en la ecuación 2 condicional a realizar las actividades de innovación; que entran como variables explicativas en la KFP, de tal manera que se instrumenta el esfuerzo innovador tomando en cuenta que posiblemente sea endógeno en la función de producción de innovaciones (Griffith et al., 2006, p.494)<sup>33</sup>. El coeficiente corresponde a la elasticidad de la probabilidad obtener innovaciones con relación al capital de conocimiento (medida de los impactos o retornos del gasto en actividades de innovación sobre la producción de innovaciones). El vector de variables  $x_{4i}$ , hace referencia a los factores que influyen la producción de conocimiento (características observables de las firmas),  $\beta_i$  es el vector de parámetros de interés asociado al resto de variables explicativas y es el término de error.

En cuanto a la estrategia econométrica,  $t_i$  se estima para diversas medidas de la innovación con el propósito de asegurar una mayor robustez del análisis dado que permite superar en parte los errores de medida que sobre  $t_{ij}$  se tendrían si sólo se tomaran en cuenta por ejemplo las patentes como medida de la innovación (Criscuolo et al., 2005 y 2010, pp. 195-196).

<sup>33</sup> La endogeneidad, proviene del hecho de que características observables empresa pueden aumentar tanto el esfuerzo de las empresas en actividades de innovación como su capacidad de producir innovaciones tecnológicas (Griffith et al. 2006). No controlar la endogeneidad de la inversión en innovación sobre la producción de innovaciones, sesga las estimaciones de su elasticidad en la KFP hacia arriba, mientras que las medidas de error para el gasto en innovación provocan que las estimaciones se sesguen hacia abajo (Stiebale & Reize, 2010).

## Cuadro 2. Variables independientes de las ecuaciones 1 y 2

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $x_{1i}$ | Subsidiaria<br>Empresa doméstica exportadora<br>Empresa doméstica no exportadora (referencia)<br>Tamaño empresarial (Grande, Mediana y Pequeña)<br>Protección formal<br>Financiación pública de la innovación<br>Sector industrial (Taxonomía Pavitt)                                                                                                                                                                                                                                                        |
| $x_{2i}$ | Subsidiaria<br>Empresa doméstica exportadora<br>Empresa doméstica no exportadora (referencia)<br>Financiación pública de la innovación<br>Protección formal<br>Sector industrial (Taxonomía Pavitt)<br>Empuje de demanda<br>Cooperación en actividades de innovación<br>Información interna<br>Información interna al grupo<br>Información vertical (clientes y proveedores)<br>Información horizontal (competidores)<br>Información de universidades y centros de investigación<br>Información del gobierno |

Las variables dependientes utilizadas son las siguientes<sup>34</sup>:

- **Innovación adaptativa o imitativa:** empresas que innovan en bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para la misma empresa o para el mercado nacional.
- **Innovaciones reales o radicales:** firmas que logran obtener bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para el mercado internacional (Sadowski & Sadowski-Rasters, 2006).
- **Propensión a patentar:** empresas que han solicitado u obtenido las patentes de invención en el periodo analizado.

Debido a que todas las variables dependientes son dicotómicas, el método econométrico usado corresponde a un modelo probit por máxima verosimilitud, para lo cual se usa el paquete Stata (Long & Freese, 2006)<sup>35</sup>.

<sup>34</sup> Aunque la encuesta de innovación para Colombia de 2009 por primera vez incluye preguntas sobre las ventas producto de la innovación, esta variable no se tiene en cuenta debido a que se encontraron problemas con su diseño. En particular, por su excesiva desagregación no es posible realizar un adecuado tratamiento para determinar el porcentaje total de ventas por productos innovadores o calcular de intervalos adecuados que permitan estimar los resultados.

<sup>35</sup> Un probit, es un modelo de respuesta binaria basado en una función de distribución acumulada normal. Debido que el modelo tiene una variable dependiente limitada, a menudo se estima a través del método máxima verosimilitud, en la que se eligen como estimadores los valores de los parámetros que maximicen el logaritmo de la función de verosimilitud (Wooldridge, 2003).

Siguiendo a Criscuolo et al (2005 y 2010), la matriz variables explicativas de la KPF (i.e.  $x_{3i}$ ) se organizan en cuatro grupos, lo que resulta útil para realizar un análisis más compresivo de los factores que explican las diferencias en la producción de conocimiento entre empresas extranjeras y domésticas (Cuadro 3). Estos son: (i) el tipo de empresa determinada por su internacionalización; (ii) los insumos para generar conocimiento (en este caso  $\hat{k}_i$ ); (iii) los flujos de conocimiento intra-firma y aquellos provenientes del exterior y (iv) el resto de variables independientes que influyen en la producción de innovaciones de acuerdo a lo planteado en las especificaciones que se siguen del modelo CDM. A diferencia de los autores señalados, se toma como medida de los flujos de conocimiento la cooperación con otros agentes para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en vez de las fuentes de información pues se considera más robusto en la medida que puede indicar la existencia de flujos de conocimiento tanto convencionales (desde la casa matriz a la filial) y reversos (de la filial a la casa matriz).

Para identificar las diferencias en la producción de conocimiento de las firmas extranjeras frente a las domésticas (grupo de referencia), la KFP se estimará mediante la secuencia planteada por Criscuolo et al, (2005 y 2010). En primer lugar, se estima  $t_i$  de la forma reducida con las variables que indican los tipos de firmas de acuerdo a su internacionalización (Grupo I) junto con las va-

**Cuadro 3. Variables independientes de la ecuación 3**

| Grupo |                         | Variable                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I     | Tipo de empresa         | Subsidiaria<br>Empresa doméstica exportadora<br>Empresa doméstica no exportadora (referencia)                                                                                                                                                                      |
| II    | Insumos de conocimiento | Modelo 1 (M1): intensidad de la inversión en I+D total estimada<br>Modelo2 (M2): intensidad de la inversión total en AI estimada<br>Modelo 3 (M3): intensidad de la inversión de los seis tipos de actividades de innovación estimadas por separado <sup>(a)</sup> |
| III   | Flujos de conocimiento  | <u>Intra-firma</u><br>Cooperación interna grupo<br><u>Externos</u><br>Cooperación vertical<br>Cooperación horizontal<br>Cooperación con universidades/centros de I+D                                                                                               |
| IV    | Variables de control    | Tamaño empresarial<br>Financiación pública de la innovación<br>Protección formal<br>Sector industrial (Taxonomía Pavitt)                                                                                                                                           |

<sup>(a)</sup> Estas son: inversión en tecnología incorporada, tecnología no incorporada, mercadeo de innovaciones, ingeniería y diseño industrial y formación y capacitación.

riables de control básicas (Grupo IV) con el fin de comprobar si las firmas multinacionales generan mayores productos de conocimiento que las firmas domésticas. En segundo lugar, si se confirma el efecto positivo de ser una empresa extranjera esto puede estar reflejando que las empresas multinacionales utilizan mayores insumos de conocimiento, en ese caso se adicionan las variables correspondientes (variables del Grupo II). Finalmente, se agregan las medidas asociadas a los flujos de conocimiento intra-firma y externos a la firma (Grupo III), con el fin de determinar si la variación residual, en caso de que exista, sigue siendo explicada por la presencia de capital extranjero (i.e EMNs). Es de señalar, que el coeficiente estimado (así como su efecto marginal) para la variable “empresa extranjera” captura las diferencias en el desempeño innovador entre este tipo de empresas y las firmas domésticas exportadoras y no exportadoras.

Posteriormente, usando las estimaciones obtenidas para la KFP se llevará a cabo un ejercicio de “innovation accounting” con el fin de identificar los factores principales que explican las diferencias en la producción de conocimiento entre las firmas extranjeras y domésticas (Criscuolo et al, 2005 y 2010). Esta metodología, inspirada en el trabajo de Mairesse y Mohnen (2002), plantea que los cambios o las diferencias en la producción de innovaciones entre períodos, unidades espaciales o firmas puede verse como el resultado de los cambios o de las diferencias en los factores

que determinan la innovación más un residuo al que denominan “innovatividad” en similitud con el término “productividad”<sup>36</sup>. Al igual que el caso de la Productividad Total de Factores (TPF), este residuo se puede asociarse a factores de desempeño empresarial omitidos ya sea de tipo tecnológico, organizativo, cultural o del entorno, aunque también puede deberse a errores de especificación (Mairesse y Mohnen 2002, p. 226). Este ejercicio, sólo se realiza en el caso de que el estatus de empresa extranjera afecte alguna de las cinco medidas de la innovación estimadas para la KFP.

### 3. Los datos

Los datos utilizados para el estudio se recogen de la Cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica –EDIT 4, realizada en el año 2009 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia -Dane. Dicha encuesta proporciona información censal referida a los años 2007 y 2008, aplicándose al conjunto de las empresas incluidas en el directorio de la Encuesta Anual Manufacturera - EAM, que identifica 8.654 empresas<sup>37</sup>; de estas el Dane obtuvo información

<sup>36</sup> La innovatividad de las firmas, puede entenderse como la habilidad o capacidad de convertir los insumos de la innovación en productos innovadores.

<sup>37</sup> La operación estadística es tipo Censo, ya que se toman todas las Empresas Industriales que cumplen los parámetros de inclusión determinados para el universo de estudio que corresponde a las empresas industriales que tienen establecimientos con 10 o más personas ocupadas o con una producción anual mayor a \$130.5 millones de pesos anuales a precios de 2008. El método de recolección es el auto-diligenciamiento de un formulario electrónico en línea con

de 7.683, lo que equivale a una tasa de respuesta del 89%<sup>38</sup>.

La EDIT 4 toma como marco de referencia las pautas conceptuales tanto del Manual de Oslo como el Manual de Bogotá. Su objetivo consiste en “caracterizar la dinámica tecnológica y analizar las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas del sector industrial colombiano, así como realizar una evaluación de los instrumentos de política, tanto de fomento como de protección a la innovación” (Dane, 2011a, p. 9). La encuesta consta de seis capítulos que recogen información sobre la innovación y su impacto en la empresa; la inversión y financiamiento de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación; el personal ocupado por tipo de vinculación, área y nivel educativo; las relaciones y cooperación de las empresas con otros actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCTI– y finalmente los registros de propiedad intelectual, certificaciones de calidad, normas técnicas y reglamentos técnicos obtenidos.

Aunque no se tuvo acceso completo a la base de datos de la Encuesta Anual Manufacturera –EAM– por cuestiones de confidencialidad, fue posible agregar mediante una consulta puntual algunas variables presente en esta encuesta como la calidad de ser una firma exportadora. La unión de estas dos bases de datos implicó la existencia de valores perdidos en la muestra, por lo cual el número de empresas incluido en las estimaciones se redujo a 7.069 firmas, equivalentes al 82% del universo de empresas manufactureras incluidas en la EAM y al 92% de las empresas encuestadas por la EDIT 4. Del total de las firmas incluidas en el estudio, 476 son empresas extranjeras, 1.692 son empresas domésticas exportadoras y 4.901 son domésticas no exportadoras.

#### 4. Información estadística y descriptivos

A continuación se muestra en primer lugar una breve descripción de la contribución de las empresas multinacionales en los agregados industriales. Posteriormente, se describe a grandes rasgos las diferencias en el comportamiento innovador entre las firmas extranjeras y domésticas, con el fin de identificar hechos estilizados que soportan el análisis econométrico.

---

asesoría del personal del Dane y contactando, mediante entrevista directa, al propietario y/o al administrador con conocimiento de la empresa, o a las personas encargadas de cada uno de las áreas involucradas con la información requerida (ingeniería, calidad, pruebas y ensayos; investigación y desarrollo; producción y recursos humanos) (Dane, 2011a).

<sup>38</sup> La diferencia se explica porque las empresas presentaron novedades, entre ellas: cambio de actividad económica, liquidación, absorción, sin localizar en el operativo, inactivas o rechazos (Dane, 2011b).

#### 4.1. El papel de las subsidiarias en la industria

El nivel de la inversión extranjera directa en Colombia ha sido históricamente muy limitado en comparación con otros países latinoamericanos como por ejemplo Brasil y México. Sus inicios se pueden ubicar principalmente a los finales de los años sesenta (Garay, 1998). Sin embargo, es desde principio de los noventa y, con un nuevo impulso, a principios de la década de 2000 donde se observa su mayor dinamismo, en simultáneo con una etapa de cambios políticos y económicos profundos, tanto a nivel nacional como en el contexto latinoamericano e internacional. En efecto, los flujos de IED hacia Colombia como porcentaje del PIB han aumentado sostenidamente, pasando de representar en promedio el 0.97% en los ochenta al 1.85% del PIB en la década de noventa para posteriormente ubicarse en el 3.4% promedio en el período 2000-2009. Si bien más de la mitad del capital foráneo se ha dirigido hacia al sector extractivo minero-energético, la industria manufacturera también se ha constituido en un importante receptor de inversión extranjera representando en promedio el 23% de los flujos anuales de IED que ingresaron al país durante el período 2002-2009.

Los flujos de IED han favorecido significativamente el desempeño de la industria manufacturera en Colombia. Por ejemplo, para el año 2008 las subsidiarias de empresas extranjeras<sup>39</sup> aunque sólo representaban el 6.6% de las empresas, generaron alrededor de un tercio de la producción así como el 24% del personal ocupado en la industria y contribuyen con un 23% al gasto industrial en I+D y con el 33% en actividades de innovación<sup>40</sup> (Tabla 1). Así mismo, las subsidiarias muestran una productividad laboral muy superior a la de las empresas exportadoras y las domésticas no exportadoras.

La composición sectorial de las subsidiarias según la taxónoma propuesta por Pavitt (Pavitt, 1984; Tidd, Bessant, & Pavitt, 2005) y por intensidad tecnológica de la OECD (Hatzichronoglou, 1997), se corresponde considerablemente con la especialización de la industria colombiana: un alto peso de sectores tradicionales (i.e dominados por proveedores) y de las industrias intensivas en escala (Tabla 2). Pero en contraste con lo que ocurre en las firmas nacionales, hay un nú-

---

<sup>39</sup> Se asume que las subsidiarias de empresas multinacionales son aquellas que tiene un capital foráneo superior al 25%. En el Manual de Balanza de Pagos del Fondo Monetario Internacional se recomienda el 10%, sin embargo este porcentaje varía entre un 10% y 25% entre países. Aproximadamente un tercio de los países en el mundo aplican la regla del 10%, no obstante hay excepciones como por ejemplo Nueva Zelanda que aplican el 25% y Francia y Alemania que aplican el 20% (Dunning y Lundan, 2008; p.7 y 14).

<sup>40</sup> Cerca de 80% de la inversión de las subsidiarias en I+D y en actividades de innovación es realizada por empresas extranjeras con capital mayoritario.



**Tabla 1. Indicadores industriales por tipo de empresa (valores y participación)**

| Indicador                                                          | Subsidiarias | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total       |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Total firmas                                                       | 489          | 1,710                   | 5,227                      | 7,426       |
| %                                                                  | 6.6          | 23.0                    | 70.4                       | 100         |
| Producción <sup>a</sup>                                            | 48,494,868   | 64,150,023              | 35,358,004                 | 148,002,895 |
| %                                                                  | 32.8         | 43.3                    | 23.9                       | 100         |
| Valor agregado <sup>a</sup>                                        | 21,288,659   | 29,160,514              | 13,829,837                 | 64,279,011  |
| %                                                                  | 33.1         | 45.4                    | 21.5                       | 100         |
| Productividad laboral (Valor agregado por trabajador) <sup>a</sup> | 198.8        | 59.6                    | 36.4                       | 52.5        |
| Ventas <sup>a</sup>                                                | 46,509,549   | 60,504,189              | 33,641,598                 | 140,655,336 |
| %                                                                  | 33.1         | 43.0                    | 23.9                       | 100         |
| Personal ocupado                                                   | 164,684      | 278,076                 | 249,519                    | 692,279     |
| %                                                                  | 23.8         | 40.2                    | 36.0                       | 100         |
| Inversión en I+D <sup>b</sup>                                      | 127,254      | 281,975                 | 141,309                    | 550,538     |
| %                                                                  | 23.1         | 51.2                    | 25.7                       | 100         |
| Inversión en actividades de innovación <sup>b</sup>                | 1,990,327    | 2,781,403               | 1,214,195                  | 5,985,925   |
| %                                                                  | 33.3         | 46.5                    | 20.3                       | 100.0       |

Fuente: Dane, EDIT 4 y EAM

(a) Datos de 2008 en millones de pesos colombianos.

(b) Datos de 2007 y 2008 en millones de pesos colombianos.

**Tabla 2. Distribución de las empresas según taxonomías**

|                                         | Subsidiarias | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total |
|-----------------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|-------|
| <b>Taxonomía Pavitt</b>                 |              |                         |                            |       |
| Basados en ciencia                      | 24.7         | 12.7                    | 9.9                        | 11.5  |
| Dominados por proveedores               | 37.4         | 53.3                    | 45.6                       | 46.8  |
| Intensivos en escala                    | 23.9         | 19.8                    | 31.1                       | 28.1  |
| Proveedores especializados              | 13.9         | 14.2                    | 13.4                       | 13.6  |
|                                         | 100          | 100                     | 100                        | 100   |
| <b>Intensidad tecnológica-<br/>OECD</b> |              |                         |                            |       |
| Alta                                    | 32.9         | 24.3                    | 18.2                       | 20.6  |
| Media                                   | 42.3         | 53.4                    | 60.2                       | 57.5  |
| Baja                                    | 24.7         | 22.3                    | 21.6                       | 21.9  |
|                                         | 100          | 100                     | 100                        | 100   |

Fuente: Dane, EDIT 4 y EAM

mero importante subsidiarias que se ubican los sectores basados en la ciencia o de alta intensidad tecnológica según la OCDE. En sectores tradicionales dominados por proveedores, destacan las empresas extranjeras ubicadas en los sectores de plástico, textiles e imprentas y editoriales que representan el 50% de las firmas en esta categoría. En caso de las industrias intensivas en escala, sobresalen los sectores de alimentos y bebidas y minerales no metálicos (75% de participación). Por último, en los sectores basados en la ciencia sobresalen las subsidiarias del sector de sustancias y productos químicos y el de maquinaria y aparatos eléctricos, que concentran el 95% de las empresas extranjeras en esa tipología.

#### 4.2 Diferencias en el comportamiento innovador

Las tablas 3 a 6, sintetizan la evidencia preliminar sobre las diferencias en el desempeño innovador

entre las subsidiarias y las firmas domésticas, tomando como base las empresas incluidas en las estimaciones econométricas y calculando pruebas Anova de diferencias de medias entre grupos de empresas. De acuerdo a la tabla 3, las subsidiarias tienen una mayor probabilidad de invertir en actividades de innovación frente a las empresas domésticas que no exportan; diferencias que son estadísticamente significativas. En general las diferencias son menos pronunciadas cuando se compara el comportamiento de las subsidiarias con el de las empresas domésticas exportadoras.

La tabla 4 muestra la intensidad del gasto en actividades de innovación por trabajador. En este caso, las subsidiarias muestran una mayor intensidad en la inversión en I+D extramuros y en el resto de actividades de innovación en comparación con las firmas domésticas no exportadoras. En comparación con las firmas exportadoras, las

**Tabla 3. Estadísticas descriptivas sobre la probabilidad de realizar actividades de innovación**

| Indicador                       | Media y desviación estándar |                         |                            |                  | Test Anova – F value |         |          |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|---------|----------|
|                                 | Subsidiarias                | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total            | (1)                  | (2)     | (3)      |
| I+D total                       | 0.206<br>(0.405)            | 0.170<br>(0.376)        | 0.075<br>(0.264)           | 0.107<br>(0.309) | 52.9***              | 3.2*    | 94.9***  |
| I+D intramuros                  | 0.195<br>(0.397)            | 0.157<br>(0.364)        | 0.068<br>(0.252)           | 0.098<br>(0.297) | 55.1***              | 3.9***  | 97.8***  |
| I+D extramuros                  | 0.059<br>(0.236)            | 0.043<br>(0.203)        | 0.019<br>(0.138)           | 0.028<br>(0.164) | 18.3***              | 2.06    | 30.4***  |
| Tecnología incorporada          | 0.525<br>(0.500)            | 0.475<br>(0.500)        | 0.304<br>(0.460)           | 0.360<br>(0.480) | 60.8***              | 3.7***  | 98.3***  |
| Tecnología no incorporada       | 0.239<br>(0.427)            | 0.173<br>(0.379)        | 0.092<br>(0.289)           | 0.121<br>(0.327) | 67.4***              | 10.6*** | 102.2*** |
| Mercadeo de innovaciones        | 0.168<br>(0.374)            | 0.145<br>(0.352)        | 0.069<br>(0.254)           | 0.094<br>(0.292) | 32.9***              | 1.5     | 59.3***  |
| Ingeniería y diseño industrial  | 0.216<br>(0.412)            | 0.148<br>(0.356)        | 0.069<br>(0.253)           | 0.098<br>(0.297) | 82.4***              | 12.6*** | 128.8*** |
| Formación y capacitación        | 0.187<br>(0.390)            | 0.111<br>(0.314)        | 0.048<br>(0.213)           | 0.072<br>(0.259) | 102.0***             | 19.7*** | 153.1*** |
| Actividades de innovación total | 0.571<br>(0.495)            | 0.514<br>(0.500)        | 0.337<br>(0.473)           | 0.395<br>(0.489) | 66.9***              | 4.9***  | 105.5*** |

Fuente: Dane, EDIT 4, \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

Notas: las estadísticas descriptivas se refieren a la media de las variables y a la desviación estándar (que se encuentra en paréntesis). Los valores se calculan sobre la base de la muestra de 7,069 firmas incluidas en la estimación.

(1) Comparación de medias entre firmas extranjeras y el total de firmas domésticas.

(2) Comparación de medias entre firmas extranjeras y domésticas exportadoras.

(3) Comparación de medias entre subsidiarias y empresas domésticas no exportadoras.

**Tabla 4. Estadísticas descriptivas sobre la intensidad de la inversión en actividades de innovación (por trabajador)**

| Variable                        | Tipo de empresa |                         |                            |                | Test Anova – F value |         |          |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|----------------|----------------------|---------|----------|
|                                 | Subsidiarias    | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total          | (1)                  | (2)     | (3)      |
| I+D total                       | 0.51<br>(2.40)  | 0.40<br>(2.45)          | 0.22<br>(4.03)             | 0.28<br>(3.61) | 2.0                  | 0.8     | 2.4      |
| I+D intramuros                  | 0.43<br>(2.13)  | 0.35<br>(2.16)          | 0.19<br>(3.44)             | 0.24<br>(3.10) | 1.8                  | 0.5     | 2.2      |
| I+D extramuros                  | 0.09<br>(0.76)  | 0.05<br>(0.71)          | 0.03<br>(1.27)             | 0.04<br>(1.13) | 3.4*                 | 0.8     | 5.8**    |
| Tecnología incorporada          | 6.61<br>(20.3)  | 4.10<br>(24.0)          | 1.68<br>(7.84)             | 2.59<br>(14.5) | 39.3***              | 4.3**   | 113.7*** |
| Tecnología no incorporada       | 1.16<br>(7.00)  | 0.22<br>(1.42)          | 0.10<br>(0.95)             | 0.20<br>(2.12) | 107.1***             | 26.6*** | 95.2***  |
| Mercadeo de innovaciones        | 0.52<br>(2.99)  | 0.32<br>(2.89)          | 0.14<br>(2.08)             | 0.21<br>(2.37) | 9.2***               | 1.8     | 13.7***  |
| Ingeniería y diseño industrial  | 0.12<br>(1.18)  | 0.10<br>(0.87)          | 0.04<br>(0.47)             | 0.06<br>(0.65) | 4.8***               | 0.2     | 9.4***   |
| Formación y capacitación        | 0.07<br>(0.30)  | 0.04<br>(0.27)          | 0.01<br>(0.13)             | 0.02<br>(0.19) | 30.1***              | 4.8**   | 55.0***  |
| Actividades de innovación total | 8.99<br>(23.8)  | 5.18<br>(24.9)          | 2.19<br>(9.67)             | 3.36<br>(15.9) | 63.9***              | 8.9***  | 148.2*** |

Fuente: Dane, EDIT 4, \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

Notas: las estadísticas descriptivas se refieren a la media de las variables y a la desviación estándar (que se encuentra en paréntesis).

(1) Comparación de medias entre firmas extranjeras y el total de firmas domésticas.

(2) Comparación de medias entre firmas extranjeras y domésticas exportadoras.

(3) Comparación de medias entre subsidiarias y empresas domésticas no exportadoras.

**Tabla 5. Estadísticas descriptivas de los productos de la innovación**

| Variables                         | Tipo de empresa  |                         |                            |                  | Test Anova – F value |        |          |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|--------|----------|
|                                   | Subsidiarias     | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total            | (1)                  | (2)    | (3)      |
| Innovación adaptativa o imitativa | 0.426<br>(0.495) | 0.387<br>(0.487)        | 0.251<br>(0.434)           | 0.296<br>(0.456) | 42.2***              | 2.4    | 68.8***  |
| Innovación real o radical         | 0.139<br>(0.346) | 0.121<br>(0.326)        | 0.016<br>(0.127)           | 0.050<br>(0.217) | 86.7***              | 1.0    | 257.5*** |
| Propensión a patentar             | 0.046<br>(0.210) | 0.024<br>(0.152)        | 0.010<br>(0.100)           | 0.016<br>(0.125) | 30.3***              | 6.8*** | 42.9***  |

Fuente: Dane, EDIT 4, \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

Notas: las estadísticas descriptivas se refieren a la media de las variables y a la desviación estándar (que se encuentra en paréntesis).

(1) Comparación de medias entre firmas extranjeras y el total de firmas domésticas.

(2) Comparación de medias entre firmas extranjeras y domésticas exportadoras.

(3) Comparación de medias entre subsidiarias y empresas domésticas no exportadoras.

**Tabla 6. Estadísticas descriptivas del resto de variables**

| Indicador                         | Tipo de empresa  |                         |                            |                  | Test Anova – F value |          |           |
|-----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|----------|-----------|
|                                   | Subsidiarias     | Domésticas exportadoras | Domésticas no exportadoras | Total            | (1)                  | (2)      | (3)       |
| <b>Tamaño:</b>                    |                  |                         |                            |                  |                      |          |           |
| Grande                            | 0.429<br>(0.495) | 0.186<br>(0.389)        | 0.043<br>(0.204)           | 0.104<br>(0.305) | 632.6***             | 126.7*** | 1079.7*** |
| Mediana                           | 0.401<br>(0.491) | 0.397<br>(0.489)        | 0.187<br>(0.390)           | 0.252<br>(0.434) | 60.8***              | 0.026    | 124.0***  |
| Pequeña                           | 0.170<br>(0.376) | 0.417<br>(0.493)        | 0.769<br>(0.421)           | 0.645<br>(0.479) | 539.2**              | 102.1*** | 892.9***  |
| <b>Sector:</b>                    |                  |                         |                            |                  |                      |          |           |
| Basado en ciencia                 | 0.250<br>(0.433) | 0.128<br>(0.334)        | 0.099<br>(0.299)           | 0.116<br>(0.321) | 89.9***              | 43.3***  | 100.2***  |
| Intensivo en escala               | 0.372<br>(0.484) | 0.531<br>(0.499)        | 0.453<br>(0.498)           | 0.466<br>(0.499) | 18.3***              | 38.1***  | 11.6***   |
| Proveedores especializados        | 0.239<br>(0.427) | 0.200<br>(0.400)        | 0.314<br>(0.464)           | 0.282<br>(0.450) | 4.4**                | 3.5*     | 11.2***   |
| Dominado por proveedores          | 0.139<br>(0.346) | 0.142<br>(0.349)        | 0.134<br>(0.340)           | 0.136<br>(0.343) | 0.03                 | 0.031    | .090      |
| <b>Protección formal</b>          | 0.237<br>(0.426) | 0.222<br>(0.416)        | 0.123<br>(0.329)           | 0.155<br>(0.362) | 26.8***              | 0.5      | 49.4***   |
| <b>Financiación pública</b>       | 0.023<br>(0.150) | 0.019<br>(0.136)        | 0.008<br>(0.087)           | 0.011<br>(0.106) | 6.3***               | 0.3      | 11.9***   |
| <b>Empuje de demanda</b>          |                  |                         |                            |                  |                      |          |           |
| Aspectos medioambientales         | 0.382<br>(0.486) | 0.379<br>(0.485)        | 0.243<br>(0.429)           | 0.285<br>(0.451) | 23.8***              | 0.02     | 44.5***   |
| Estándares y regulación           | 0.382<br>(0.486) | 0.379<br>(0.485)        | 0.243<br>(0.429)           | 0.285<br>(0.451) | 35.0***              | 1.40     | 58.6***   |
| <b>Cooperación</b>                |                  |                         |                            |                  |                      |          |           |
| En actividades de innovación      | 0.351<br>(0.478) | 0.303<br>(0.460)        | 0.154<br>(0.361)           | 0.203<br>(0.402) | 70.1***              | 4.0**    | 121.6***  |
| Interna al grupo                  | 0.164<br>(0.371) | 0.083<br>(0.276)        | 0.031<br>(0.174)           | 0.053<br>(0.223) | 128.9***             | 27.3***  | 190.8***  |
| Vertical (clientes y proveedores) | 0.267<br>(0.443) | 0.246<br>(0.431)        | 0.122<br>(0.327)           | 0.161<br>(0.368) | 42.4***              | 0.9      | 79.7***   |
| Horizontal (competidores)         | 0.038<br>(0.191) | 0.030<br>(0.171)        | 0.020<br>(0.139)           | 0.023<br>(0.151) | 4.5**                | 0.7      | 6.7***    |
| Universidades/centros de I+D      | 0.126<br>(0.332) | 0.118<br>(0.322)        | 0.043<br>(0.202)           | 0.066<br>(0.249) | 29.6***              | 0.3      | 64.2***   |
| <b>Fuentes de información</b>     |                  |                         |                            |                  |                      |          |           |
| Interna                           | 0.557<br>(0.497) | 0.507<br>(0.500)        | 0.316<br>(0.465)           | 0.378<br>(0.485) | 69.9***              | 3.7**    | 114.3***  |
| Interna al grupo                  | 0.258<br>(0.438) | 0.063<br>(0.242)        | 0.028<br>(0.166)           | 0.052<br>(0.222) | 469.5***             | 161.7*** | 545.4***  |
| Vertical (clientes y proveedores) | 0.164<br>(0.371) | 0.174<br>(0.379)        | 0.107<br>(0.309)           | 0.127<br>(0.333) | 6.3**                | 0.20     | 14.2***   |
| Horizontal (competidores)         | 0.380<br>(0.486) | 0.372<br>(0.484)        | 0.236<br>(0.425)           | 0.279<br>(0.448) | 26.3***              | 0.10     | 48.3***   |
| Universidades y Centros de I+D    | 0.155<br>(0.363) | 0.135<br>(0.342)        | 0.051<br>(0.221)           | 0.078<br>(0.269) | 42.2***              | 1.30     | 83.7***   |

Fuente: Dane, EDIT 4, \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

Notas: las estadísticas descriptivas se refieren a la media de las variables y a la desviación estándar (en paréntesis).

(1) Comparación de medias entre firmas extranjeras y el total de firmas domésticas.

(2) Comparación de medias entre firmas extranjeras y domésticas exportadoras.

(3) Comparación de medias entre subsidiarias y empresas domésticas no exportadoras.

firmas extranjeras sólo muestran una superioridad en cuanto al esfuerzo en la adquisición de tecnologías incorporadas y no incorporadas al capital y el gasto en formación y capacitación.

En términos de la producción de innovaciones, las subsidiarias de empresas extranjeras parecen tener mayor probabilidad innovar con respecto al total firmas domésticas (Tabla 5). Sin embargo estas diferencias no son significativas cuando se les compara con las empresas exportadoras, con excepción de la propensión a patentar. Con respecto a las variables consignadas en la tabla 6 algunos hechos estilizados resaltan. Las empresas extranjeras tienden a ser de mayor tamaño y parecen hacer un mayor uso del conocimiento externo, como lo muestran los indicadores de cooperación o del uso de las fuentes de información disponibles para innovar. Se confirma así mismo alta presencia de subsidiarias en los sectores basados en ciencia y los intensivos en escala. Por lo demás las subsidiarias tienden a parecerse a las empresas domésticas que exportan en el apoyo público que reciben, la protección formal de sus innovaciones y las condiciones que desde la demanda pueden jalonar las innovaciones.

## 5. Resultados

Antes de analizar los resultados de las estimaciones es necesario señalar que el estudio presenta una debilidad importante. Al utilizar datos de sección cruzada para 2007 y 2008, los hallazgos no deben ser interpretados como una evidencia conclusiva de la existencia de relaciones causales sino más bien de correlaciones. Además, aun cuando se controlan las estimaciones a través de características estructurales de las empresas (p.e el tamaño y grandes sectores), pueden existir efectos específicos a las firmas, como habilidades de gestión, así como efectos dinámicos que sólo es posible de captar al utilizar datos de panel. El que no se utilicen datos longitudinales, también deriva en problemas de subestimación del stock de conocimiento medido a través de la I+D (Griliches, 1979)<sup>41</sup> o el stock de otros gastos en actividades de innovación, que por definición tienen efectos dinámicos de largo plazo.

### 5.1 Insumos de la innovación

En la tabla 7, se muestran las estimaciones para los modelos de determinantes de la probabilidad y de la intensidad de la inversión en actividades de innovación, reportándose los efectos marginales condicionales a la media de las observacio-

nes<sup>42</sup>. Para las estimaciones de todas las categorías de inversión, se excluyen como regresores las variables asociadas a la condición de ser una firma doméstica no exportadora y los sectores dominados por los proveedores, que se consideran grupos de referencia.

El valor y la significancia estadística del estimador *Rho* en todas las estimaciones, demuestra la existencia de correlación entre las perturbaciones de las ecuaciones de selección (probabilidad) y de resultado (intensidad), lo que indica que los pares de ecuaciones no son independientes y por tanto un existe sesgo de selección que debe ser corregido<sup>43</sup>. En ese sentido, la estimación de los parámetros de interés es pertinente mediante el uso del método de Heckman, en vez de una estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios que produce estimadores sesgados e inconsistentes. En ese sentido, los cálculos presentados corresponden a la estimación del modelo de selección de Heckman por máxima verosimilitud. Para contrastar los resultados obtenidos, se estimó también el modelo por el método de Heckman en dos etapas obteniendo resultados similares en el nivel y la significancia de los parámetros estimados<sup>44</sup>.

Teniendo en cuenta la estimación de la ecuación de selección y una vez controlados los efectos de otras variables, el primer resultado a destacar es que las empresas extranjeras frente a las empresas domésticas que no exportan, tienen un comportamiento similar en cuanto a la probabilidad de invertir en actividades de I+D y en el total de actividades de innovación. Aunque a nivel desagregado si muestran una mayor probabilidad de invertir en actividades como tecnología no incorporada, ingeniería y diseño industrial y formación y capacitación. No obstante, las empresas exportadoras son superiores a las empresas extranjeras en casi todos los tipos de actividades de innovación analizados.

En cuanto a la intensidad de la inversión en actividades de innovación, las empresas extranjeras frente a las empresas domésticas no internacionalizadas se muestran más intensivas en el gasto en I+D y en la mayor parte de las actividades de innovación, con excepción de la inversión en capacitación e ingeniería y diseño. Además, se

<sup>41</sup> No obstante, existe evidencia de que la mayor parte de la inversión se desarrolla en cortos periodos de tiempo (Griliches, 1998), y además, es amplia la literatura que utiliza datos de corte transversal para estimar este tipo de modelos, como por ejemplo el trabajo pionero de Crepon et al (1998).

<sup>42</sup> Se sigue este procedimiento porque es el efecto marginal condicional y no los coeficientes de modelo de selección de Heckman los que son comparables con las estimaciones por MCO, en particular en el caso de las variables que sean regresores tanto en la ecuación de selección como en la de resultado (Hoffmann & Kassouf, 2005).

<sup>43</sup> Para mayor detalle ver Greene (1999, p.780) y Cameron & Trivedi (2009, p. 541)

<sup>44</sup> El estimador de máxima verosimilitud tiene las propiedades clásicas de consistencia, eficiencia y normalidad asintótica, mientras que el estimador obtenido mediante el método en dos etapas es consistente pero no eficiente. La principal crítica que se hace sobre la estimación por máxima verosimilitud es que el supuesto de normalidad conjunta de los términos de error es bastante fuerte y poco realista (Cameron & Trivedi, 2009).



observa una gran similitud con el patrón mostrado por las exportadoras nacionales, siendo los efectos marginales muchos más elevados para las subsidiarias<sup>45</sup>.

En los resultados obtenidos se observan varias tendencias generales. En primer lugar, la superior intensidad en el gasto en I+D de las empresas multinacionales está basado en un gasto que es principalmente extramuros<sup>46</sup>. Es decir, se basa en actividades de producción de conocimiento que son contratadas a otras organizaciones como las universidades, centros de investigación u otras organizaciones externas como las consultoras. En el caso de la I+D intramuros, que no resultó ser estadísticamente significativa (columna 2, Tabla 6), se encontró que cuando se elimina de su estimación la variable asociada a los flujos de ideas desde el grupo empresarial, inmediatamente el hecho de ser una empresa extranjera recupera su poder estadístico. Esto último podría estar mostrando que es mucho más determinante para la intensidad de la I+D intramuros que las subsidiarias reciban información o estén conectas con su grupo empresarial. La utilización del grupo multinacional como fuente de información para la innovación, sugiere además la posible existencia de procesos de transferencia y flujos de conocimiento y su posible impacto positivo sobre los procesos de innovación.

En segundo lugar, las empresas extranjeras frente al conjunto de empresas domésticas son más intensivas en actividades que requieren capacidades intermedias o básicas, tales como la adquisición de tecnología incorporada y no incorporada al capital y la comercialización de innovaciones. La importancia de la adquisición de tecnología externa medida por el nivel de su efecto marginal, estaría señalando que las estrategias tecnológicas seguidas por las filiales de empresas extranjeras ubicadas en Colombia parecen relacionarse más con la necesidad de las casas matrices de establecer facilidades tecnológicas en vez de estimular actividades de generación de nuevo conocimiento. También vendría a indicar que en el conjunto de firmas extranjeras hay un predominio de estrategias de explotación de competencias tecnológicas existentes en la corporación<sup>47</sup>.

<sup>45</sup> Esto podría estar indicando que aunque la probabilidad de que las empresas extranjeras realicen actividades de I+D, las pocas que lo hacen la inversión por trabajador es más intensivo.

<sup>46</sup> De hecho mientras que para las empresas domésticas tan solo el 12% de la I+D es extramuros para las empresas multinacionales alcanza el 45%. Se observa también que el hecho de que las empresas extranjeras tengan una mayor probabilidad de realizar I+D intramuros no se refleja una mayor intensidad de la inversión en este rubro.

<sup>47</sup> Es posible que este comportamiento se deba a que la fuerza principal que han motivado la inversión extranjera en la industria colombiana han consistido en la búsqueda de eficiencia y la reducción de costos (Fedesarrollo, 2007). Estas pueden sustentarse en el aprovechamiento de las ventajas del país en cuanto a localización y dotación de recursos naturales y mano de obra, así como en alguna medida su disponibilidad de infraestructura y de capital humano en-

Es importante señalar, que los resultados encontrados sobre la combinación de un efecto neutral de la propiedad extranjera sobre la probabilidad de realizar actividades de I+D y el impacto positivo sobre su intensidad, van en la misma línea de los hallazgos de Ebersberger et al (2005) en Finlandia y Crespi (2010) para Colombia. Por su parte, el mismo comportamiento en el gasto total en innovación es consistente con la evidencia mostrada por Masso et al. (2010) para Estonia, Cassoni & Ramada (2010) en Uruguay, y Arbeláez y Parra (2010) para Colombia.

## 5.2 Producción de innovaciones

En el ejercicio econométrico se plantearon diversas versiones de la función de producción de conocimiento (ecuación 3). Cada una de ellas se distingue por el tipo de inversión en innovación incluida (as) como regresor (es) y a su interior atendiendo a diferentes especificaciones o etapas planteadas por Criscuolo et al (2005 y 2010) para evaluar si el hecho de ser una subsidiaria genera una ventaja en la producción de innovaciones, - en términos de la eficiencia en el uso de insumos y flujos de conocimiento. En el cuadro 4, se resume los regresores incluidos en cada una de las versiones del modelo.

En las tablas 9 a 10, se presentan los resultados de las estimaciones, mostrándose los efectos marginales de las variables independientes de mayor interés en el análisis (ver en detalle en los anexos 5 y 6, las estimaciones del resto de regresores). Las estimaciones indican que, frente a sus contrapartidas domésticas, las subsidiarias de empresas multinacionales no muestran una superior probabilidad de obtener innovaciones adaptativas. De hecho, con excepción del modelo reducido (M0), la relación encontrada entre innovación adaptativa y la variable relacionada con la condición de ser una subsidiaria resultó ser negativa y estadísticamente significativa. Por el contrario, se encuentra evidencia de que las subsidiarias tienen una mayor probabilidad de obtener innovaciones de mayor alcance, como lo son las innovaciones reales (productos nuevos para el mercado internacional) así como a patentar invenciones (esto último sólo en M1). Las firmas que exportan también muestran una mayor probabilidad de alcanzar innovaciones hacia el mercado internacional<sup>48</sup> y a patentar pero los e-

tre la élite directiva (Fedesarrollo, 2007). No obstante, cabe afirmar que un análisis en profundidad del impacto de este último aspecto requeriría un trabajo adicional que se escapa del objetivo del trabajo y que además no es posible realizar con la información disponible. Pero puede ser trabajado en futuros trabajos de investigación.

<sup>48</sup> Esta evidencia es consistente con lo encontrado por Arbeláez y Parra (2010), pese a que dichos autores utilizan un indicador

**Tabla 7. Estimación de la probabilidad y la intensidad de la inversión  
en actividades de innovación**

| Tipo de actividad                     |              | Subsidiarias        | Domésticas exportadoras | rho      | Wald chi2 |
|---------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------|----------|-----------|
| <b>I+D total</b>                      | <b>Prob.</b> | 0.021<br>(0.014)    | 0.040***<br>(0.009)     | 0.848*** | 78.4***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.535**<br>(0.235)  | 0.370***<br>(0.139)     |          |           |
| <b>I+D intramuros</b>                 | <b>Prob.</b> | 0.026*<br>(0.014)   | 0.040***<br>(0.009)     | 0.859*** | 77.2***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.337<br>(0.240)    | 0.382***<br>(0.146)     |          |           |
| <b>I+D extramuros</b>                 | <b>Prob.</b> | 0.002<br>(0.006)    | 0.004<br>(0.004)        | 1.199*** | 33.7***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.917**<br>(0.493)  | 0.453*<br>(0.270)       |          |           |
| <b>Actividades de innovación</b>      | <b>Prob.</b> | 0.027<br>(0.026)    | 0.066***<br>(0.016)     | 0.636*   | 222.1***  |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.626***<br>(0.119) | 0.309***<br>(0.068)     |          |           |
| <b>Tecnología incorporada</b>         | <b>Prob.</b> | 0.024<br>(0.026)    | 0.064***<br>(0.015)     | 0.740*   | 117.2***  |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.508***<br>(0.131) | 0.218***<br>(0.076)     |          |           |
| <b>Tecnología no incorporada</b>      | <b>Prob.</b> | 0.028*<br>(0.016)   | 0.025***<br>(0.009)     | 0.861*** | 118.0***  |
|                                       | <b>Int.</b>  | 1.123***<br>(0.204) | 0.361***<br>(0.124)     |          |           |
| <b>Mercadeo de innovaciones</b>       | <b>Prob.</b> | 0.009<br>(0.013)    | 0.026***<br>(0.008)     | 0.680*** | 39.0***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.504*<br>(0.289)   | 0.264*<br>(0.150)       |          |           |
| <b>Ingeniería y diseño industrial</b> | <b>Prob.</b> | 0.032**<br>(0.014)  | 0.028***<br>(0.009)     | 0.881*** | 22.1***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.181<br>(0.202)    | 0.234*<br>(0.138)       |          |           |
| <b>Formación y capacitación</b>       | <b>Prob.</b> | 0.032**<br>(0.012)  | 0.018***<br>(0.007)     | 0.803*** | 47.4***   |
|                                       | <b>Int.</b>  | 0.144<br>(0.185)    | 0.154<br>(0.135)        |          |           |

Nota: se reportan el efecto marginal condicional a la media de la muestra y la desviación estándar robusta en paréntesis. Par ver el detalle del resto de variables incluidas en el modelo ver el anexo 4.

\* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%. Observaciones: 7.069 empresas

marginales asociados son un poco menores que en el caso de las subsidiarias.

El ejercicio también permite evidenciar que al incluir en el modelo reducido de la innovación real las variables asociadas a los insumos de la innovación y, luego, aquellas relacionadas con los flujos de conocimiento (los distintos tipos de

cooperación), se ve poco afectada la significancia estadística de los coeficientes. Sin embargo, con excepción del caso de M1, al introducir en el modelo reducido el gasto total en innovación (M2) y el desagregado (M3), respectivamente, disminuye sustancialmente los efectos marginales atribuidos a las firmas extranjeras (la probabilidad de obtener innovaciones reales pasa del 7.7% al 1.7% en M2 y al 2.8% en M3). Por el contrario en M1 el efecto marginal de la variable asociada

distinto al nuestro (porcentaje de propiedad extranjera de empresa), y una especificación econométrica del modelo CDM diferente.

**Cuadro 3. Regresores incluidos en las versiones del modelo**

| Modelo    | Tipo de firma <sup>(a)</sup> | Variables de control <sup>(b)</sup> | Insumos de conocimiento |                                      |                                                                          | Flujos de conocimiento (Cooperación) |
|-----------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|           |                              |                                     | Intensidad I+D          | Intensidad actividades de innovación | Intensidad de los seis tipos de actividades de innovación <sup>(c)</sup> |                                      |
| <b>M0</b> | X                            | X                                   |                         |                                      |                                                                          |                                      |
| <b>M1</b> | X                            | X                                   | X                       |                                      |                                                                          | X                                    |
| <b>M2</b> | X                            | X                                   |                         | X                                    |                                                                          | X                                    |
| <b>M3</b> | X                            | X                                   |                         |                                      | X                                                                        | X                                    |

<sup>(a)</sup> Subsidiaria o empresa domestica exportadora.

<sup>(b)</sup> Tamaño empresarial, financiación de la innovación, protección formal y sector.

<sup>(c)</sup> I+D intramuros, I+D extramuros, tecnología incorporada, tecnología no incorporada, diseño e ingeniería y capacitación y entrenamiento.

a las subsidiarias cambia ligeramente pasando de 7.7% a 6.2%. En el caso de la probabilidad de patentar la tendencia es distinta, encontrándose que el efecto marginal de ser una empresa extranjera aumenta al incluir como regresores el gasto en I+D y la cooperación en innovación en M1 y disminuye fuertemente en el caso de M2 y M3.

La superioridad las subsidiarias en la obtención de innovaciones reales puede estar relacionada con la alta orientación exportadora de las empresas extranjeras ubicadas en Colombia. De hecho, los datos de la EAM de 2007 y 2008 muestran que alrededor de un 74% de las subsidiarias identificadas son exportadoras. Los resultados vendrían a indicar, además, que posiblemente existen subsidiarias que siguen estrategias de creación de competencias tecnológicas, a través de las cuales generan ventajas competitivas en los mercados internacionales. Sin embargo, para establecer si las subsidiarias siguen un mandato de creación de competencias resulta insuficiente la información disponible, pues otros factores deben también ser considerados. Por ejemplo, es posible que las subsidiarias estén generando innovaciones que ya están establecidas en el rango de productos del grupo multinacional, pero que se dirijan hacia los mercados regionales mediante su adaptación (Pearce, 1999 p.215; Papanastasslou, 1997 p.106). Aunque no se dispone del dato precisos, algunos autores han encontrado que las exportaciones de las empresas con capital extranjero han estado marcadas por su concentración hacia los países andinos y Estados Unidos (Fedesarrollo, 2007; Reina & Guerra, 2003; UNCTAD, 2008).

Por su parte, la mayor probabilidad de patentar de las subsidiarias, puede estar relacionado con la necesidad de proteger las innovaciones ya existentes en el grupo multinacional (Criscuolo et al, 2010), no sólo en el mercado nacional sino también su posible extensión a los mercados subre-

gionales, lo que puede deberse al efecto de acuerdos comerciales con países de la región en los que existen clausulas para la protección conjunta de la propiedad intelectual.

### 5.3 Innovation accounting

Siguiendo la aproximación de Criscuolo et al (2010), a continuación se evalúa si las diferencias en la producción de innovaciones reales y la propensión a patentar, entre subsidiarias y empresas domésticas exportadoras y no exportadoras, se deben a: (i) su mayor uso de insumos de conocimiento (I+D o actividades de innovación); (ii) su habilidad para acceder y usar los flujos de conocimiento; y (iii) la naturaleza global de sus actividades, aunque esto último no queda expresamente demostrado, es decir lo que queda inexplicado .

En las tablas 11 y 12, se muestran los resultados del ejercicio en el caso de la innovación real y la propensión a patentar, pues es donde las subsidiarias tienen ventajas, en todas las versiones del modelo de la KFP. El diferencial observado sin ajustar allí expresado, corresponde a la diferencia en la probabilidad de innovar ò patentar entre subsidiarias y empresas domesticas no exportadoras, que se calcula directamente de las estadísticas descriptivas presentadas en la tabla 5, en otras palabras, es la diferencia de medias entre cada par de tipo de empresa. El diferencial ajustado de los productos de conocimiento, está condicionado a las variaciones en las características de la empresa, tales como el tamaño y el sector, es decir, es el efecto marginal asociado al tipo de empresa, sea subsidiaria o doméstica exportadora. Más específicamente, el diferencial ajustado corresponde a la proporción del diferencial entre grupos de empresas observado, que es explicado por el uso diferencial de los insumos y flujos de conocimiento. Por último, la fracción diferencial

**Tabla 9. Estimación de la función de producción de conocimiento (M1, M2 y M3)**

| Variables independientes           | Innovación adaptativa |                      |                      |                      | Innovación real o radical |                     |                     |                      | Propensión a patentar |                    |                     |                   |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
|                                    | M0 (a)                | M1(b)                | M2(c)                | M3(d)                | M0 (a)                    | M1(b)               | M2(c)               | M3(d)                | M0 (a)                | M1(b)              | M2(c)               | M3(d)             |
| <b>Tipo de empresa</b>             |                       |                      |                      |                      |                           |                     |                     |                      |                       |                    |                     |                   |
| Subsidiaria                        | -0.018<br>(0.023)     | -0.073***<br>(0.023) | -0.246***<br>(0.017) | -0.200***<br>(0.025) | 0.077***<br>(0.016)       | 0.062***<br>(0.015) | 0.017*<br>(0.009)   | 0.028*<br>(0.015)    | 0.014**<br>(0.007)    | 0.018**<br>(0.008) | 0.006<br>(0.005)    | 0.012<br>(0.010)  |
| Doméstica exportadora              | 0.033**<br>(0.014)    | -0.045**<br>(0.019)  | -0.290***<br>(0.027) | -0.460***<br>(0.019) | 0.072***<br>(0.008)       | 0.054***<br>(0.009) | 0.018***<br>(0.007) | -0.015***<br>(0.006) | 0.005*<br>(0.003)     | 0.008**<br>(0.004) | 0.000<br>(0.003)    | 0.001<br>(0.004)  |
| <b>Insumos</b>                     |                       |                      |                      |                      |                           |                     |                     |                      |                       |                    |                     |                   |
| I+D                                |                       | 0.175***<br>(0.045)  |                      |                      |                           | 0.051**<br>(0.025)  |                     |                      |                       | 0.006*<br>(0.004)  |                     |                   |
| Actividades de innovación          |                       |                      | 0.630***<br>(0.071)  |                      |                           |                     | 0.037***<br>(0.007) |                      |                       |                    | 0.007***<br>(0.003) |                   |
| I+D intramuros                     |                       |                      |                      | -0.052<br>(0.166)    |                           |                     |                     | 0.041*<br>(0.024)    |                       |                    |                     | 0.015<br>(0.012)  |
| I+D extramuros                     |                       |                      |                      | 3.482***<br>(0.366)  |                           |                     |                     | 0.128***<br>(0.034)  |                       |                    |                     | 0.022<br>(0.015)  |
| Tecnología incorporada             |                       |                      |                      | 1.140***<br>(0.094)  |                           |                     |                     | 0.057***<br>(0.011)  |                       |                    |                     | 0.007*<br>(0.004) |
| Tecnología no incorporada          |                       |                      |                      | 0.300<br>(0.227)     |                           |                     |                     | 0.009**<br>(0.004)   |                       |                    |                     | 0.005<br>(0.014)  |
| Mercadeo de innovaciones           |                       |                      |                      | -0.405**<br>(0.185)  |                           |                     |                     | -0.050**<br>(0.025)  |                       |                    |                     | -0.014<br>(0.011) |
| Ingeniería y diseño.               |                       |                      |                      | 3.048***<br>(0.379)  |                           |                     |                     | 0.264***<br>(0.054)  |                       |                    |                     | -0.018<br>(0.023) |
| Formación y capacitación           |                       |                      |                      | -3.702***<br>(0.420) |                           |                     |                     | -0.292***<br>(0.056) |                       |                    |                     | -0.018<br>(0.023) |
| <b>Flujos de conocimiento</b>      |                       |                      |                      |                      |                           |                     |                     |                      |                       |                    |                     |                   |
| Interna grupo                      |                       | 0.061*<br>(0.033)    | -0.003<br>(0.035)    | -0.027<br>(0.034)    |                           | 0.061**<br>(0.030)  | 0.008*<br>(0.005)   | 0.011<br>(0.007)     |                       | 0.000<br>(-0.003)  | -0.002<br>(-0.002)  | -0.001<br>(0.002) |
| Vertical<br>(clientes/proveedores) |                       | 0.363***<br>(0.019)  | 0.204***<br>(0.026)  | 0.217***<br>(0.024)  |                           | 0.045***<br>(0.008) | 0.024***<br>(0.007) | 0.024***<br>(0.007)  |                       | 0.003<br>(-0.003)  | 0.001<br>(-0.003)   | 0.002<br>(0.003)  |
| Horizontal<br>(competidores)       |                       | 0.080*<br>(0.048)    | 0.062<br>(0.050)     | 0.048<br>(0.050)     |                           | -0.001<br>(0.008)   | -0.003<br>(0.007)   | -0.004<br>(0.007)    |                       | -0.002<br>(-0.003) | -0.002<br>(-0.003)  | -0.002<br>(0.003) |
| Universidades/centros<br>I+D       |                       | 0.083***<br>(0.030)  | 0.013<br>(0.033)     | -0.002<br>(0.032)    |                           | 0.020**<br>(0.008)  | 0.014**<br>(0.007)  | 0.017**<br>(0.008)   |                       | 0.007<br>(-0.005)  | 0.005<br>(-0.004)   | 0.005<br>(0.004)  |
| Log likelihood                     | -3864.3               | -3531.7              | -3212.8              | -2967.9              | -1129.1                   | -1056.4             | -1023.9             | -998.9               | -476.5                | -471.7             | -469.6              | -466.3            |
| Wald chi2                          | 802.3***              | 1076.5***            | 1054.9***            | 1077.5***            | 426.8***                  | 567.6***            | 655.2***            | 751.5***             | 216.8***              | 207.2***           | 221.4***            | 199.0***          |
| Pseudo R2                          | 0.10                  | 0.18                 | 0.25                 | 0.31                 | 0.19                      | 0.24                | 0.27                | 0.28                 | 0.17                  | 0.18               | 0.18                | 0.19              |

Nota: se reportan los efectos marginales (a la media de la muestra) y las desviaciones típicas robustas que se encuentra en paréntesis.

\* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

(a) M0: es el modelo reducido estimado con las variables de tipo de empresa y las variables de control básicas.

(b) M1: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión en I+D total estimada.

(c) M2: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión total en actividades de innovación estimada.

(d) M3: incluye como variables independiente la intensidad de la inversión en las 6 actividades de innovación estimadas.

**Tabla 10. Innovation Accounting-I+D (%)**

**Subsidiarias vs empresas domésticas no exportadoras (M1 y M2)**

|                                                         | M1              |                       | M2              |                       |
|---------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
|                                                         | Innovación real | Propensión a patentar | Innovación real | Propensión a patentar |
| Diferencial sin ajustar (observado)                     | 12.3            | 3.6                   | 12.3            | 3.6                   |
| Diferencial ajustado                                    | 7.7             | 1.4                   | 7.7             | 1.4                   |
| <i>Parte del diferencial ajustado explicado por:</i>    |                 |                       |                 |                       |
| <b>Insumos:</b>                                         |                 |                       |                 |                       |
| Intensidad de la inversión en I+D                       | 0.01            | 0.03                  |                 |                       |
| Intensidad de la inversión en actividades de innovación |                 |                       | 0.038           | 0.04                  |
| <b>Fuentes innovación:</b>                              |                 |                       |                 |                       |
| Grupo                                                   | 2.94            | 0.03                  | 1,38            | -1,90                 |
| Vertical (clientes y proveedores)                       | 8.47            | 0.10                  | 4,52            | 1,04                  |
| Horizontal (competidores)                               | -0.02           | 3.11                  | -0,07           | -0,26                 |
| Universidades / centros de I+D                          | 2.16            | -0.26                 | 1,51            | 2,96                  |
| Fracción diferencial inexplicada                        | 80.5            | 128.6                 | 22.1            | 42.9                  |

**Tabla 11. Innovation Accounting-inversión en actividades de innovación desagregadas (%)**

**Extranjeras vs Domésticas (M3)**

|                                                      | Innovación real | Propensión a patentar |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Diferencial observado sin ajustar                    | 12.30           | 3.60                  |
| Diferencial ajustado                                 | 7.70            | 1.40                  |
| <i>Parte del diferencial ajustado explicado por:</i> |                 |                       |
| <b>Insumos:</b>                                      |                 |                       |
| I+D intramuros                                       | 6.8             | 13.6                  |
| I+D extramuros                                       | 19.5            | 18.4                  |
| Tecnología Incorporada                               | 47.3            | 31.9                  |
| Tecnología no Incorporada                            | -11.5           | 35.2                  |
| Mercadeo de Innovaciones                             | -23.0           | -35.4                 |
| Ingeniería y Diseño Industrial                       | -69.4           | 26.0                  |
| Formación y Capacitación                             | 0.8             | 0.3                   |
| <b>Fuentes innovación:</b>                           |                 |                       |
| Grupo                                                | 1.9             | -1.0                  |
| Vertical (clientes y proveedores)                    | 4.5             | 2.1                   |
| Horizontal (competidores)                            | -0.1            | -0.3                  |
| Universidades / centros de I+D                       | 1.8             | 3.0                   |
| Fracción diferencial inexplicada                     | 36.4            | 85.7                  |



de los insumos es la parte inexplicada por los regresores estimados, esto es, el efecto per se de ser una empresa extranjera.

Para ilustrar el procedimiento, tomemos por ejemplo la innovación real y M1 (primera columna de la tabla 10). El diferencial observado es la diferencia en la probabilidad de innovar entre las subsidiarias (0.139) y las empresas domesticas que no exportan (0.016), reportados en la tabla 5. El diferencial ajustado, corresponde al efecto marginal de la variable “subsidiaria” en M0, reportado en la columna 5 de la tabla 9 (es decir, 0.077). La parte diferencial ajustada, que es explicada, por ejemplo, por la inversión en I+D es del 1.7%, que indica la fracción diferencial ajustado en la producción de innovaciones reales que es explicada por el diferencial en el porcentaje en el gasto en I+D entre los dos grupos (ver en el anexo 7 su forma de cálculo). Por último, la fracción diferencial inexplicada, muestra la parte del diferencial de la producción de innovaciones reales que queda inexplicada por los regresores de la KFP. En el ejemplo, es igual a  $0.80 = (0.062/0.077)$ , que resulta de dividir el efecto marginal de las empresas extranjeras en M1 sobre el diferencial ajustado o el efecto marginal obtenido en el modelo reducido. Este valor, se interpreta como el margen total de la innovación que habría sido atribuido a las empresas multinacionales sin la presencia de ningún insumo en la KPF, así el 80% es el margen sobrante en la producción de innovaciones reales no explicado, que puede atribuirse a la característica de ser una subsidiaria per se.

De los valores reportados en la tabla 10 se pueden resaltar lo siguiente:

- La superioridad en la producción de innovaciones reales de las firmas internacionalizadas, se explica más por un mayor uso de los flujos de conocimiento externos, que el esfuerzo realizado en actividades de I+D. Los flujos de conocimiento que destacan, son aquellos relacionados con la cooperación con otras organizaciones de la cadena producción, la cooperación en el marco del grupo empresarial y la cooperación con universidades y centros de I+D.
- En el caso de la propensión a patentar, es mucho más relevante el personal o el gasto en I+D, mientras que el conocimiento adquirido externamente tiene un efecto despreciable.
- El elevado valor del diferencial no explicado (entre el 75% y el 80%), implica que gran parte de las diferencias en la producción de conocimiento se explican por factores no considerados. Es decir, la naturaleza globalizada de las subsidiarias sus características particulares, son los factores de mayor relevancia en la

explicación de la superioridad en la producción de innovaciones reales y la propensión a patentar.

Los resultados de la tabla 11, arroja información adicional sobre el impacto de los diferentes insumos y flujos de conocimiento que sobre la producción de innovaciones. El impacto positivo en la producción de innovaciones reales tanto de la inversión en I+D como de los flujos de conocimiento, se sigue manteniendo. No obstante, en este caso resultan mucho más importantes otros insumos de la innovación como son compra de tecnología incorporada y no incorporada al capital y el gasto en ingeniería y diseño industrial.

Es decir, la naturaleza globalizada de las subsidiarias sus características particulares, son los factores de mayor relevancia en la explicación de la superioridad en la producción de innovaciones reales y la propensión a patentar.

Los resultados de la tabla 11, arrojan información adicional sobre el impacto de los diferentes insumos y flujos de conocimiento que sobre la producción de innovaciones. El impacto positivo en la producción de innovaciones reales tanto de la inversión en I+D como de los flujos de conocimiento, se sigue manteniendo. No obstante, en este caso resultan mucho más importantes otros insumos de la innovación como son compra de tecnología incorporada y no incorporada al capital y el gasto en ingeniería y diseño industrial. Finalmente se observa que el porcentaje no explicado en función de producción de conocimiento, es mucho más bajo (23%), lo que vendría a señalar que este modelo parece ajustarse mejor a la descripción del proceso de producción de innovaciones reales. En particular, se sugiere que la superioridad de las empresas extranjeras en la producción de innovaciones es el resultado del uso combinado de insumos internos de mayor alcance, como la I+D, y otros que requieren capacidades intermedias o básicas, siendo esto último lo que causa mayor impacto sobre la innovación en las manufacturas de Colombia. A esto se agrega, un uso considerable de los flujos de conocimiento externos principalmente de sus casas matrices y de clientes y proveedores. En el caso de la propensión a patentar el ejercicio sigue mostrando que las diferencias se asocian más a características no observadas de las firmas internacionalizadas.

## 6. Conclusiones

Diversos estudios destacan el papel de la inversión extranjera en el fortalecimiento de la base de conocimiento y de la innovación de las economías receptoras. Sin embargo, existe en la literatura un

intenso debate sobre cuál es el alcance de los procesos de generación global de innovaciones, a través de la acción de las empresas multinacionales, que gira alrededor del balance que existe entre centralización y descentralización de la actividad innovadora. Las diferencias en las muestras de los análisis empíricos que encontramos en la literatura, contribuyen a alentar la falta de consenso sobre los efectos de las multinacionales en los sistemas productivos receptores.

La investigación que se ha desarrollado busca contribuir a este debate en el contexto de una economía en desarrollo como la colombiana. Al examinar las diferencias en el desempeño innovador de las subsidiarias en comparación a sus contrapartidas domésticas, se busca aportar evidencia para evaluar la posibilidad de que existan efectos de desbordamiento tecnológicos hacia la economía doméstica. Con este propósito, se emplea un modelo estructural que permite relacionar la decisión de invertir en actividades de innovación, el esfuerzo realizado en esas inversiones y el proceso de producción de innovaciones. Esta herramienta analítica ha demostrado ser de suma utilidad para caracterizar el comportamiento innovador de las empresas y hacer comparaciones entre empresas participadas por capital extranjero y empresas nacionales y exportadoras.

El estudio realizado pone de manifiesto que las filiales de multinacionales extranjeras ubicadas en Colombia han ayudado considerablemente a mejorar el desempeño de la industria, tanto en términos de los agregados industriales como en las capacidades de innovación. Además, su composición sectorial se encuentra considerablemente ligada a la especialización de la industria colombiana, caracterizada por un alto peso de sectores tradicionales y de industrias intensivas en escala. No obstante, a diferencia de lo acontecido en la industria nacional, existe una proporción elevada de empresas extranjeras que se ubican en sectores basados en la ciencia o de alta intensidad tecnológica.

De la primera parte del análisis econométrico realizado, en el que se utiliza el modelo de Heckman para controlar los sesgos de selección al estimar la intensidad de la inversión en actividades de innovación, se desprenden dos hallazgos principales. El primero, es que la probabilidad de que las extranjeras ejecuten actividades de I+D y actividades de innovación muestra un comportamiento similar al de las empresas domésticas que no exportan, pero son superadas por las empresas domésticas que sí exportan. El segundo es que sujeto a la decisión de invertir en innovación (controlando por el efecto de selección), las subsidiarias, en comparación tanto a las firmas domésticas exportadoras como a las no exporta-

doras, exhiben una mayor intensidad en el gasto en I+D y en actividades de innovación. Sin embargo, el mayor esfuerzo de las subsidiarias se basa, en primer lugar, en actividades de I+D realizadas por otras organizaciones públicas o privadas (extramuros) y, en segundo lugar, en la inversión en otras actividades de innovación de menor alcance, como pueden ser la compra de maquinaria y equipo o la adquisición de tecnología no incorporada.

De la segunda parte del análisis, en la que se estima la función de producción de conocimiento, se desprende que las subsidiarias tienen un desempeño innovador inferior al de las firmas domésticas en el caso de las innovaciones adaptativas, aspecto en el que se comportan de manera similar a las empresas exportadoras domésticas. Sin embargo, las subsidiarias sí revelan una mayor probabilidad de obtener innovaciones reales (hacia el mercado internacional) y a patentar invenciones. Cuarto, un ejercicio más detallado para explicar las diferencias en el desempeño innovador (*innovation accounting*), confirma que comparativamente las firmas extranjeras utilizan mayores insumos de conocimiento tanto internos como externos para producir innovaciones reales. A nivel interno, utilizan una combinación de insumos de menor y mayor alcance, donde dominan aquellas actividades que requieren capacidades tecnológicas intermedias o básicas. A nivel externo, destacan los flujos de conocimiento que establecen con su grupo multinacional y con otras organizaciones del sistema nacional de innovación tales como clientes y proveedores y en menor medida universidades y centros de investigación.

La evidencia encontrada indicaría, que las subsidiarias de empresas multinacionales en Colombia estarían siguiendo mandatos diferenciados, combinando estrategias de explotación y de creación de competencias, siendo la primera estrategia más dominante. Es decir, las multinacionales deciden sobretudo localizar actividades de I+D y de innovación para explotar sus ventajas competitivas en el mercado colombiano o subregional más que para crear nuevas capacidades tecnológicas para el grupo. Sin embargo esto no debe tomarse de manera conclusiva pues se necesita un estudio más profundo en la materia.

Finalmente, es posible esbozar algunas limitaciones que presenta este estudio. En primer lugar, el análisis se basa en datos de sección cruzada, que a diferencia de las estimaciones con datos de panel, no permiten capturar el carácter dinámico de los procesos de innovación y controlar los factores inobservados, asociados a las características específicas de las firmas. En segundo lugar, existen dificultades para utilizar información adicional a

las encuestas de innovación desde de otras bases de datos empresariales por cuestiones de reserva estadística. Por ejemplo, una descripción más detallada de la composición del capital de la empresa, la naturaleza jurídica, los cambios en la propiedad producto de fusiones y adquisiciones, el origen de la IED y la identificación de las empresas multinacionales con capital doméstico. Tercero, debido a problemas de diseño de la EDIT IV, no fue posible analizar las diferencias en la producción de innovaciones a través del indicador de las ventas atribuidas a la innovación, variable que en los análisis empíricos han permitido obtener resultados más robustos para la estimación de la función de producción de conocimiento<sup>49</sup>, pues este indicador se caracteriza por ser menos subjetivo con respecto a otras medidas de la innovación.

Todo ello permite presentar algunos temas para la investigación futura:

- Necesidad de evaluar el impacto sobre la innovación de las empresas extranjeras que resultan de fusiones y adquisiciones en comparación con las inversiones tipo *greenfield*.
- Realizar un estudio exhaustivo del impacto de la multinacionalidad sobre la relación entre I+D, la innovación y la productividad.
- Utilización de datos de panel e indicadores que permitan evaluar mejor el impacto de la heterogeneidad empresarial sobre los procesos de innovación, incluyendo la comparación entre empresas multinacionales de origen nacional, filiales de empresas extranjeras y empresas domésticas exportadoras y no exportadoras<sup>50</sup>.
- Caracterizar con mayor profundidad las estrategias tecnológicas de las filiales de empresas multinacionales, mediante encuestas de propósito específico, combinado con métodos de investigación cualitativos, que en conjunto permitan identificar más adecuadamente el alcance de las actividades de innovación emprendidas, así como la existencia de flujos convencionales y reversos al interior del grupo multinacional.
- Elaboración de estudios que evalúen la existencia de derramamientos tecnológicos desde las filiales de empresas multinacionales hacia la economía doméstica.

---

<sup>49</sup> La recomendación sería que se ajustara su diseño a las prácticas internacionalmente utilizadas para calcularlo, logrando así también obtener un indicador comparable con otros países.

<sup>50</sup> Esto implica que exista un mayor acceso a la información capturada mediante la EAM, pero también cruzar las bases de datos de encuestas con los registros de inversión extranjera que elabora el Banco de la República.



## 7. Bibliografía

- Aitken, B., & Harrison, A. (1999). Do domestic firms benefit from direct foreign investment? Evidence from Venezuela. *The American Economic Review*, 89(3), 605-618.
- Almeida, R., & Fernandes, A. (2008). Openness and technological innovations in developing countries: evidence from firm-level surveys. *The Journal of Development Studies*, 44(5), 701-727.
- Álvarez, I., & Marín, R. (2010). Entry modes and national systems of innovation. *Journal of International Management*, 16(4), 340-353.
- Alvarez, I., & Molero, J. (2004). Fundamentos y evidencia empírica de la relación entre empresas multinacionales y sistemas nacionales de innovación. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, 20, 103-130.
- Alvarez, I., & Molero, J. (2005). Technology and the generation of international knowledge spillovers: An application to Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 34(9), 1440-1452.
- Alvarez, R. (2001). External sources of technological innovation in Chilean manufacturing industry. *Estudios de economía*, 28(1), 53-68.
- Alvarez, R., & Robertson, R. (2004). Exposure to foreign markets and plant-level innovation: evidence from Chile and Mexico. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 13(1), 57-87.
- Anlló, G., & Ramos, A. (2007). Innovación, estrategias empresariales y oportunidades productivas de las firmas extranjeras en Brasil y Argentina. In B. Kosacoff & J. Denegri (Eds.), *Inovacao nas firmas industriais brasileiras e argentinas*. Brasilia: IPEA.
- Arbeláez, M., & Torrado, M. (2009). Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombia. Bogotá: Fedesarrollo and Inter-American Development Bank.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1995). The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 121-140.
- Arnold, J., & Hussinger, K. (2006). Exports versus FDI in German manufacturing: firm performance and participation in international markets.
- Arza, V., & López, A. (2010). Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector (IDB Working Paper Series No. IDB-WP-187). Washington D.C: Inter-American Development Bank.
- Atallah, S. (2006). Revaluando la transmisión de spillovers de la IED: un estudio de productividad para Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 1(57), 163-213.
- Athreye, S., & Cantwell, J. (2007). Creating competition?: Globalisation and the emergence of new technology producers. *Research Policy*, 36(2), 209-226.
- Balcet, G., & Evangelista, R. (2005). Global technology: innovation strategies of foreign affiliates in Italy. *Transnational corporations*, 14(2), 53.
- Bas, C. L., & Sierra, C. (2002). Location versus home country advantages in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. *Research Policy*, 31(4), 589-609.
- Belderbos, R., Fukao, K., & Iwasa, T. (2006). Domestic and foreign R&D investment: Evidence from Japanese multinationals (Working Paper). Leuven: Universiteit Eindhoven, Hitotsubashi University and Yokohama City University.
- Bell, M., & Marin, A. (2004). Where do foreign direct investment-related technology spillovers come from in emerging economies? An exploration in Argentina in the 1990s. *The European Journal of Development Research*, 16(3), 653-686.
- Bellak, C. (2004). How domestic and foreign firms differ and why does it matter? *Journal of economic surveys*, 18(4), 483-514.
- Berger, M., & Diez, J. (2008). Can host innovation systems in late industrializing countries benefit from the presence of transnational corporations? Insights from Thailand's manufacturing industry. *European Planning Studies*, 16(8), 1047-1074.
- Bernard, A., Eaton, J., Jenson, J., & Kortum, S. (2000). Plants and productivity in international trade (NBER Working Paper No. 7688). Massachusetts: National Bureau of Economic Research.

- Cameron, A., & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics using stata* (Vol. 5). New York: Stata Press College Station, TX.
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 155-155.
- Cantwell, J., & Molero, J. (2003). *Multinational enterprises, innovative strategies and systems of innovation*. Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Cantwell, J., & Mudambi, R. (2005). MNE competence creating subsidiary mandates. *Strategic Management Journal*, 26(12), 1109-1128.
- Cantwell, J., & Narula, R. (2001). The eclectic paradigm in the global economy. *International Journal of the economics of business*, 8(2), 155-172.
- Cantwell, J., & Piscitello, L. (2000). Accumulating technological competence: its changing impact on corporate diversification and internationalization. *Industrial and Corporate Change*, 9(1), 21-51.
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy*, 35(1), 56-67.
- Cassoni, A., & Ramada, M. (2010). Innovation, R&D investment and productivity: Uruguayan manufacturing firms. *IDB Working Paper Series N° IDB-WP-191*. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Castellani, D., & Zanfei, A. (2003, December). *Innovation, foreign ownership and multinationality. An empirical analysis on Italian manufacturing firms*. Paper presented at the at the 29th EIBA conference "MNC as a Knowing Organization", Copenhagen.
- Castellani, D., & Zanfei, A. (2007). Internationalisation, Innovation and Productivity: How Do Firms Differ in Italy? *The World Economy*, 30(1), 156-176.
- Clerides, S., Lach, S., & Tybout, J. (1998). Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. *Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 903-947.
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairessec, J. (1998). Research, Innovation And Productivity: An Econometric Analysis At The Firm Level. *Economics of Innovation and New technology*, 7(2), 115-158.
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2011). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273-290.
- Criscuolo, C., Haskel, J., & Slaughter, M. (2005). Global engagement and the innovation activities of firms *NBER Working Paper Series, N° 11479*. Cambridge: National Bureau of Economic Research
- Criscuolo, C., Haskel, J., & Slaughter, M. (2010). Global engagement and the innovation activities of firms. *International Journal of Industrial Organization*, 28(2), 191-202.
- Criscuolo, C., & Martin, R. (2003). Multinationals, foreign ownership and US productivity leadership: Evidence from the UK *CEP Discussion Paper N° 672*. London: Center for Economic Performance.
- Chudnovsky, D., López, A., & Pupato, G. (2006). Innovation and productivity in developing countries: A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). *Research Policy*, 35(2), 266-288.
- Dachs, B., & Ebersberger, B. (2009). Does foreign ownership matter for the innovative activities of enterprises? *International Economics and Economic Policy*, 6(1), 41-57.
- Dachs, B., Ebersberger, B., & Lööf, H. (2008). The innovative performance of foreign-owned enterprises in small open economies. *The Journal of Technology Transfer*, 33(4), 393-406.
- Dane. (2011a). Documento Metodológico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera-EDIT. Bogota: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Dane. (2011b). Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica EDIT IV – Industria manufacturera 2007-2008. Comunicado de prensa. Bogota: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Doms, M., & Jensen, J. (1998). Comparing wages, skills, and productivity between domestically and

foreign-owned manufacturing establishments in the United States. Chicago: University of Chicago Press.

- Dunning, J. (1994). The Eclectic Paradigm of International Production: A Restatement and Some Possible Extensions. *Journal of International Business Studies*, pp1-31.
- Dunning, J. (2000). The eclectic paradigm as an envelope for economic and business theories of MNE activity. *International Business Review*, 9(2), 163-190.
- Dunning, J. (2001). The eclectic (OLI) paradigm of international production: past, present and future. *International Journal of the economics of business*, 8(2), 173-190.
- Dunning, J. (2009). Location and the multinational enterprise: A neglected factor&quest. *Journal of International Business Studies*, 40(1), 5-19.
- Dunning, J., & Lundan, S. (2008). *Multinational enterprises and the global economy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Dunning, J., & Lundan, S. (2009). The Internationalization of Corporate R&D: A Review of the Evidence and Some Policy Implications for Home Countries. *Review of Policy Research*, 26(1-2), 13-33.
- Dunning, J., & Narula, R. (1995). The R&D activities of foreign firms in the United States. *International Studies of Management & Organization*, 25(1/2), 39-74.
- Ebersberger, B., & Lööf, H. (2004). Innovation behaviour and productivity performance in the nordic region does foreign ownership matter?. *CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation N° 27*
- Stockholm: Centre of Excellence for Science and Innovation Studies.
- Ebersberger, B., Lööf, H., & Oksanen, J. (2005). Does Foreign Ownership Matter for the Innovation Activities of Firms in Finland. *VTT Working Papers N° 26*. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Echavarría, J., Arbeláez, M., & Rosales, M. (2006). La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 57(1), 77-122.
- Falk, M. (2008). Effects of foreign ownership on innovation activities: empirical evidence for twelve European countries. *National Institute Economic Review*, 204(1), 85-97.
- Fedesarrollo. (2007). Impacto de la Inversión Extranjera en Colombia: Situación Actual y Perspectivas. Informe de proyecto elaborado por Fedesarrollo para Proexport. Bogotá: Fedesarrollo.
- Frenz, M., & Ietto-Gillies, G. (2007). Does multinationality affect the propensity to innovate? An analysis of the third UK Community Innovation Survey. *International Review of Applied Economics*, 21(1), 99-117.
- Garay, L. (1998). *Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Girma, S., Kneller, R., & Pisu, M. (2005). Exports versus FDI: an empirical test. *Review of World Economics*, 141(2), 193-218.
- Greenaway, D., & Kneller, R. (2007). Firm heterogeneity, exporting and foreign direct investment\*. *The Economic Journal*, 117(517), 134-161.
- Griffiths, R., Redding, S., & H., S. (2002). Productivity convergence and foreign ownership at the establishment level (*The Institute for Fiscal Studies, Working Paper N° 02/22*). London: Centre for Economic Performance, London School of Economics.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- Hall, B., & Mairesse, J. (2006). Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy. *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (4/5), 289-299.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., & Peters, B. (2008). Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries (NBER working paper, No.14206): National Bureau of Economic Research.
- Hatzichronoglou, T. (1997). Revision of the high-technology sector and product classification. (*OECD*

- Hedlund, G. (1994). A model of knowledge management and the N-form corporation. *Strategic Management Journal*, 15(S2), 73-90.
- Helpman, E., Melitz, M., & Stephen, R. (2004). Export Versus FDI with Heterogeneous Firms. *The American Economic Review*, 94(1).
- Hoffmann, R., & Kassouf, A. L. (2005). Deriving conditional and unconditional marginal effects in log earnings equations estimated by Heckman's procedure. *Applied Economics*, 37(11), 1303-1311.
- Jaramillo, H., Lugones, G., & Salazar, M. (2000). *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: OEA/ RICYT/ COLCIENCIAS/ CYTED/ OCyT.
- Jefferson, G., Huamao, B., Xiaojing, G., & Xiaoyun, Y. (2006). R&D performance in Chinese industry. *Economics of Innovation and New technology*, 15(4-5), 345-366.
- Johanson, J., & Wiedersheim, P. (1975). The internationalization of the firm—four swedish cases 1. *Journal of management studies*, 12(3), 305-323.
- Johansson, B., Lööf, H., & Ebersberger, B. (2008). The innovation and productivity effect of foreign take-over of national assets. (CESIS Electronic Working Paper Series No 141). Stockholm: The Royal Institute of Technology and Centre of Excellence for Science and Innovation Studies.
- Kuemmerle, W. (1999). The drivers of foreign direct investment into research and development: an empirical investigation. *Journal of International Business Studies*, 1-24.
- Kugler, M. (2000). The diffusion of externalities from foreign direct investment: theory ahead of measurement. *Discussion Papers in Economics and Econometric N° 23*. Southampton: University of Southampton.
- Langebaek, A., & Escobar, D. (2007). Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana. (*Borradores de Economía No 433*). Bogotá: Banco de la República.
- Long, S., & Freese, J. (2006). *Regression models for categorical dependent variables using stata*. Texas: Stata Corporation, College Station.
- Love, J., Ashcroft, B., & Dunlop, S. (1996). Corporate structure, ownership and the likelihood of innovation. *Applied Economics*, 28(6), 737-746.
- Mairesse, J., & Mohnen, P. (2002). Accounting for innovation and measuring innovativeness: an illustrative framework and an application. *The American Economic Review*, 92(2), 226-230.
- Mairesse, J., & Mohnen, P. (2003). *R&D and productivity: a reexamination in light of the innovation surveys*.
- Mairesse, J., & Robin, S. (2009). *Innovation and productivity: a firm-level analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004)*. Paper presented at the 65th International Atlantic Economic Conference, Sherbrooke.
- Mansfield, E., Teece, D., & Romeo, A. (1979). Overseas research and development by US-based firms. *Economica*, 46(182), 187-196.
- Masso, J., Roolah, T., & Varblane, U. (2010). Foreign direct investment and innovation in Central and eastern Europe: evidence from Estonia *University of Tartu-Faculty of Economics and Business Administration Working Paper No.67*.
- Meyer, K. (2004). Perspectives on multinational enterprises in emerging economies. *Journal of International Business Studies*, 35(4), 259-276.
- Mohnen, P., & Mairesse, J. (2010). Using Innovation Surveys for Econometric Analysis. [*NBER Working Paper No 1585*]. Massachusetts: National Bureau of Economic Research.
- Molero, J., & Garcia, A. (2008). The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach. *Technovation*, 28(11), 739-757.
- Narula, R. (2002). Innovation systems and inertia'in R&D location: Norwegian firms and the role of



- systemic lock-in. *Research Policy*, 31(5), 795-816.
- Narula, R. (2004). Globalización, ampliación de la Unión Europea y consecuencias para la localización de las empresas multinacionales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 55, 60-73.
- Narula, R., & Dunning, J. (2000). Industrial development, globalization and multinational enterprises: new realities for developing countries. *Oxford Development Studies*, 28(2), 141-167.
- Narula, R., & Marin, A. (2005). Exploring the relationship between direct and indirect spillovers from FDI in Argentina. [MERIT-Infonomics Research Memorandum Series No 024]. Maastricht: Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology-MERIT.
- Narula, R., & Zanfei, A. (2004). Globalisation of innovation *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 318-345). Oxford: Oxford University Press.
- OCyT. (2010). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología-OCyT.
- Papanastasslou, M., & Pearce, R. (1997). Technology sourcing and the strategic roles of manufacturing subsidiaries in the UK: local competences and global competitiveness. *MIR: Management International Review*, 37(1), 5-25.
- Patel, P., & Vega, M. (1999). Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages<sup>1</sup>. *Research Policy*, 28(2-3), 145-155.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373.
- Pavitt, K., & Patel, P. (1999). Global corporations and national systems of innovation: who dominates whom?. *Innovation policy in a global economy*, 35, 56-67.
- Pearce, R. (1999). The evolution of technology in multinational enterprises: the role of creative subsidiaries. *International Business Review*, 8(2), 125-148.
- Raffo, J., Lhuillery, S., & Miotti, L. (2008). Northern and southern innovativity: a comparison across European and Latin American countries. *The European Journal of Development Research*, 20(2), 219-239.
- Reddy, P. (2005). R&D-related FDI in developing countries: implications for host countries. In U. Nation (Ed.), *Globalisation of R&D in Developing Countries* (pp. 85-105). New York/Geneva: United Nations.
- Reina, M., & Guerra, M. (2003). Análisis de las políticas de inversión, informe final de Fedesarrollo para la UNCTAD. Bogotá: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
- Romo, D., & De Titto, P. (2006). Los determinantes de las actividades tecnológicas en México. (Serie de Documentos de Trabajo en Ciencia y Tecnología, CIDECyT 06-01). México D.F.: Centro de Investigación y Docencia Económicas-Programa de Ciencia y Tecnología.
- Sadowski, B., & Sadowski-Rasters, G. (2006). On the innovativeness of foreign affiliates: Evidence from companies in The Netherlands. *Research Policy*, 35(3), 447-462.
- Silva, A., Afonso, O., & Africano, A. (2009). Which Portuguese firms are most innovative? The importance of multinationals and exporters (*FEP Working Papers*, No 326). Oporto: Faculdade de Economia do Porto.
- Stiebale, J., & Reize, F. (2010). The impact of FDI through mergers and acquisitions on innovation in target firms. *International Journal of Industrial Organization*, 29(2), 155-167.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- UNCTAD. (2005). *Informe sobre las inversiones en el mundo: Las empresas transnacionales y la internacionalización de la investigación y el desarrollo*. Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas.
- UNCTAD. (2008). Investment Policy Review Colombia. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.
- UNCTAD. (2010). *World Investment Report 2011*. Nueva York y Ginebra: UNCTAD.

- Van Leeuwen, G., & Klomp, L. (2006). On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth. *Economics of Innovation and New technology*, 15(4-5), 367-390.
- Vernon, R. (1966). International investment and international trade in the product cycle. *The quarterly journal of economics*, 80(2), 190-207.
- Veugelers, R., & Cassiman, B. (2004). Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion: Some direct firm level evidence from Belgium. [Article]. *European Economic Review*, 48(2), 455-476.
- Von Zedtwitz, M., & Gassmann, O. (2002). Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development. *Research Policy*, 31(4), 569-588.
- Wagner, J. (2006a). Exports, foreign direct investment, and productivity: Evidence from German firm level data. *Applied Economics Letters*, 13(6), 347-349.
- Wagner, J. (2006b). International Firm Activities and Innovation: Evidence from Knowledge Production Functions for German Firms. (*Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy No 26*). Lueneburg: University of Lueneburg, Institute for the Study of Labor (IZA) and Hamburg Institute of International Economics (HWWA).
- Wooster, R., & Diebel, D. (2010). Productivity Spillovers from Foreign Direct Investment in Developing Countries: A Meta-Regression Analysis. *Review of Development Economics*, 14(3), 640-655.
- Yang, Q., Mudambi, R., & Meyer, K. (2008). Conventional and Reverse Knowledge Flows in Multinational Corporations. *Journal of Management*, 34(5), 882-902.
- Zanfei, A. (2000). Transnational firms and the changing organisation of innovative activities. *Cambri-dge Journal of Economics*, 24(5), 515-542.

## Anexo 1. Definición de variables

### Variables dependientes

#### Ecuación 2

| Indicador                                                   | Definición                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Probabilidad de invertir en I+D total*                      | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en I+D entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso                                            |
| Probabilidad de invertir en I+D intramuros*                 | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en I+D intramuros entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.                                |
| Probabilidad de invertir en tecnología incorporada*         | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones para la adquisición de tecnología incorporada entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.    |
| Probabilidad de invertir en tecnología no incorporada*      | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones para la adquisición de tecnología no incorporada entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso. |
| Probabilidad de invertir en mercadeo de innovaciones*       | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en mercadeo de innovaciones entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.                      |
| Probabilidad de invertir en ingeniería y diseño industrial* | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones en ingeniería y diseño industrial entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.                |
| Probabilidad de invertir en formación y capacitación*       | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha realizado inversiones capacitación entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.                                     |
| Probabilidad de invertir en actividades de innovación*      | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha gastado en actividades de innovación entre 2007 o 2008 e igual a 0 en otro caso.                                   |

\*Ver las definiciones de actividades de innovación en el anexo 2

#### Ecuación 3

| Indicador                                                    | Definición                                                                                |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intensidad de la inversión en I+D total                      | Logaritmo de la inversión en I+D por trabajador en 2007 y 2008                            |
| Intensidad de la inversión en I+D intramuros                 | Logaritmo de la inversión en I+D intramuros por trabajador en 2007 y 2008                 |
| Intensidad de la inversión en I+D extramuros                 | Logaritmo de la inversión en I+D extramuros por trabajador en 2007 y 2008                 |
| Intensidad de la inversión en tecnología incorporada         | Logaritmo de la inversión en tecnología incorporada por trabajador en 2007 y 2008         |
| Intensidad de la inversión en tecnología no incorporada      | Logaritmo de la inversión en tecnología no incorporada por trabajador en 2007 y 2008      |
| Intensidad de la inversión en mercadeo de innovaciones       | Logaritmo de la inversión en mercadeo de innovaciones por trabajador en 2007 y 2008       |
| Intensidad de la inversión en ingeniería y diseño industrial | Logaritmo de la inversión en ingeniería y diseño industrial por trabajador en 2007 y 2008 |
| Intensidad de la inversión en capacitación                   | Logaritmo de la inversión en capacitación por trabajador en 2007 y 2008                   |
| Intensidad de la inversión en actividades de innovación      | Logaritmo de la inversión en actividades de innovación por trabajador en 2007 y 2008      |

#### Ecuación 3

| Indicador                         | Definición                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Innovación de producto            | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados entre 2007 y 2008; igual a 0 en otro caso                                                  |
| Innovación de proceso             | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa obtuvo nuevos o significativamente mejorados métodos de producción, distribución, entrega, o sistemas logísticos entre 2007 y 2008; igual a 0 en otro caso |
| Innovación adaptativa o imitativa | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para sí misma o para el mercado nacional entre 2007 y 2008; igual a 0 en otro caso         |
| Innovación real o radicales       | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa obtuvo bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para el mercado internacional entre 2007 y 2008; igual a 0 en otro caso                    |
| Propensión a patentar             | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa ha solicitado o a obtenido patentes de invención como mecanismo de protección de sus innovaciones; igual a 0 en otro caso                                  |

## Anexo 1(continuación)

### Variables independientes

| Indicador                                     | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsidiaria                                   | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa tiene capital extranjero superior al 25%, igual a cero en otro caso. De acuerdo al V Manual del Fondo Monetario Internacional, una empresa se considera extranjera cuando más del 10% del capital de la compañía pertenece a extranjeros, pero la variable fue predefinida por el Dane con respecto a si su capital fuese mayor al 25%.                                                                                                                                                                                             |
| Empresa doméstica exportadora                 | Variable dicotómica igual a 1 para las empresas domésticas que exportaron entre 2007 y 2008, igual a cero en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Empresa doméstica no exportadora (referencia) | Variable dicotómica igual a 1 para las empresas domésticas que no exportaron entre 2007 y 2008, igual a cero en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tamaño empresarial                            | Tres variables dicotómicas:<br>- <u>Grande</u> : igual a 1 si la empresa tiene más de 200 empleados, igual a cero en otro caso.<br>- <u>Mediana</u> : igual a 1 si la empresa tiene entre 50 y 200 empleados, igual a cero en otro caso.<br>- <u>Pequeña</u> (referencia): igual a 1 si la empresa tiene menos de 50 empleados, igual a cero en otro caso.                                                                                                                                                                                                                      |
| Empuje de demanda ( <i>market pull</i> )      | Dos variables dicotómicas:<br>- <u>Aspectos medioambientales</u> : igual a 1 si la empresa señala con grado de importancia alta el impacto que tuvo la innovación sobre los siguientes aspectos: mejora reducción de vertimientos o emisiones tóxicas o mejora de las condiciones de seguridad industrial; igual a 0 en otro caso.<br>- <u>Estándares y regulación</u> : igual a 1 si la empresa señala con grado de importancia alta el impacto que tuvo en la innovación la mejora en el cumplimiento de regulaciones, normas y reglamentos técnicos; igual a 0 en otro caso. |
| Cooperación                                   | Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa cooperó con otros agentes para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Cooperación interna grupo                     | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa cooperó con otras empresas del grupo empresarial para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Cooperación vertical                          | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa cooperó con clientes y proveedores para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Cooperación horizontal                        | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa cooperó con competidores para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Cooperación con universidades/ centros de I+D | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa cooperó con universidades, Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) o Centros de investigación para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Financiación pública de la innovación         | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa recibió recursos públicos para desarrollar ACTI en el período de referencia, igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Protección formal                             | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa entre 2007 y 2008 utiliza patentes de invención, modelos de utilidad, derechos de autor, registros de software, registro de diseños industriales, registro de signos distintivos y marcas y certificados de obtentor de variedades vegetales para proteger sus invenciones o innovaciones; igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                  |
| Sector según taxonomía Pavitt                 | Cuatro variables dicotómicas igual a 1 si la empresa se ubica en sectores intensivos en escala (IE), dominados por proveedores (DP), basados en ciencia (BC) o proveedores especializados (PE). Ver en el anexo 4 las equivalencias entre sector CIU y la taxonomía Pavitt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Información interna                           | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para la innovación ya sea de: 1) Departamento interno de I+D; 2) Departamento de Producción; 3) Departamento de Ventas y Mercadeo; 4) Otro departamento de la Empresa; 5) Grupos Interdisciplinarios; 6) Directivos de la Empresa; 7) Trabajadores, cuando la procedencia de las ideas es nacional. Igual a 0 en otro caso                                                                                                                                                                      |
| Información interna grupo                     | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para la innovación otras empresas del grupo empresarial ya sea: 1) otra empresa relacionada y 2) casa matriz. Igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Información vertical                          | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para la innovación a los clientes y proveedores y 0 en otro caso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Información horizontal                        | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para la innovación a los competidores y 0 en otro caso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Información de Universidades/ Centros de I+D  | Variable dicotómica igual a 1 si la empresa utiliza como fuentes de información para la innovación a las universidades y centros de I+D (Centros de Desarrollo Tecnológico –CDT y Centros de investigación); igual a 0 en otro caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Personal en I+D                               | Personal en actividades de innovación sobre el total del personal de la empresa en 2008.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Personal en actividades de innovación         | Personal en I+D sobre el total del personal de la empresa en 2008                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



## Anexo 2. Definición de actividades de innovación

| Tipo de inversión              | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I+D total                      | Es la suma de la I+D intramuros y extramuros. Incluye trabajos de creación sistemáticos con el fin de aumentar el volumen de conocimientos y su utilización para idear bienes, servicios, o procesos nuevos o mejorados                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| I+D intramuros                 | Adquisición o financiación de las mismas actividades que las arriba indicadas pero llevados a cabo dentro de la empresa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| I+D extramuros                 | Adquisición o financiación de las mismas actividades que las arriba indicadas pero realizadas por otras organizaciones públicas o privadas (incluye organismos de investigación)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tecnología incorporada         | Incluye la inversión en adquisición de maquinaria y equipo específicamente para la producción o implementación de bienes, servicios o procesos nuevos o significativamente mejorados y la compra de tecnologías de información y comunicaciones (Adquisición, generación, <i>outsourcing</i> o arriendo de elementos de hardware, software y/o servicios para el manejo o procesamiento de la información, específicamente destinados a la innovación).                                                      |
| Tecnología no incorporada      | Incluye la suma del gasto en transferencia de tecnología (Adquisición o uso bajo licencia, de patentes u otros registros de propiedad intelectual, de inventos no patentados y conocimientos técnicos o de otro tipo) y asistencia técnica y consultoría (asesorías para la utilización de conocimientos tecnológicos aplicados, por medio del ejercicio de un arte o técnica, específicamente contratadas para desarrollar innovaciones, incluye también inteligencia de mercados y vigilancia tecnológica) |
| Mercadeo de innovaciones       | Se refiere a las actividades de introducción en el mercado de bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados, incluye investigación de mercado y publicidad de lanzamiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ingeniería y diseño industrial | Se refiere a cambios en los métodos o patrones de producción y control de calidad, y elaboración de planos y diseños orientados a definir procedimientos técnicos, necesarios para la producción o implementación de bienes, servicios o procesos nuevos o significativamente mejorados en la empresa.                                                                                                                                                                                                       |
| Formación y capacitación       | Se refiere al gasto en formación a nivel de maestría y doctorado, y capacitación que involucra un grado de complejidad significativo (requiere de un personal capacitador altamente especializado). Se incluye la realizada mediante financiación con recursos de la empresa y la impartida directamente dentro de la empresa.                                                                                                                                                                               |
| Actividades de innovación      | Suma de los gastos en actividades de innovación antes mencionados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Fuente: Dane (2011a)

## Anexo 3. Clasificaciones sectoriales

### a. Sectores industriales según Taxonomía Pavitt

| CIU Rev. 3 A.C.* | Sector                                       | Pavitt (1984) /Tidd & Pavitt (2001) |
|------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 15               | Alimentos y bebidas                          | Intensivos en escala (IE)           |
| 16               | Tabaco                                       | Intensivos en escala (IE)           |
| 17               | Textiles                                     | Dominados por proveedores (DP)      |
| 18               | Confecciones                                 | Dominados por proveedores (DP)      |
| 19               | Cuero y calzado                              | Dominados por proveedores (DP)      |
| 20               | Madera y productos de madera                 | Dominados por proveedores (DP)      |
| 21               | Papel y sus productos                        | Dominados por proveedores (DP)      |
| 22               | Imprentas y editoriales                      | Dominados por proveedores (DP)      |
| 23               | Refinerías de petróleo                       | Basados en ciencia (BC)             |
| 24               | Sustancias y productos químicos              | Basados en ciencia (BC)             |
| 25               | Plástico y caucho                            | Dominados por proveedores (DP)      |
| 26               | Minerales no metálicos                       | Intensivos en escala (IE)           |
| 27               | Productos metalúrgicos básicos               | Intensivos en escala (IE)           |
| 28               | Productos metálicos                          | Proveedores especializados (PE)     |
| 29               | Maquinaria y equipo                          | Proveedores especializados (PE)     |
| 31               | Maquinaria y aparatos eléctricos             | Basados en ciencia (BC)             |
| 32               | Radio, televisión y comunicaciones           | Basados en ciencia (BC)             |
| 33               | Instrumentos médicos, ópticos y de precisión | Proveedores especializados (PE)     |
| 34               | Vehículos                                    | Intensivos en escala (IE)           |
| 35               | Equipo de transporte                         | Intensivos en escala (IE)           |
| 36               | Otras industrias                             | Dominados por proveedores (DP)      |

\*CIU revisión 3 adaptada para Colombia

### b. Equivalencia para Colombia de la clasificación de los sectores industriales según intensidad tecnológica –OECD

| Intensidad tecnológica | Sector                                                 | CIU Rev. 3-Colombia* |
|------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|
| Alta**                 | Construcción de aeronáutica y aeroespacial             | 353                  |
|                        | Máquinas de oficina y equipos informáticos             | 30                   |
|                        | Aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones     | 32                   |
|                        | Instrumentos médicos, de precisión y óptica            | 33                   |
|                        | Maquinaria y aparatos eléctricos                       | 31                   |
|                        | Fabricación de vehículos y remolques                   | 34                   |
|                        | Industrias químicas                                    | 24                   |
|                        | Fabricación de material de transporte                  | 352+359              |
|                        | Máquinas, equipamiento y material mecánico             | 29                   |
| Media                  | Construcción y reparación de buques y embarcaciones    | 351                  |
|                        | Artículos de caucho y materiales de plástico           | 25                   |
|                        | Coquería, petróleo y tratamiento de combustibles       | 23                   |
|                        | Productos metalúrgicos                                 | 26                   |
|                        | Fabricación de productos metalúrgicos básicos          | 27-28                |
| Baja                   | Textiles, vestido, cuero y calzado                     | 17-19                |
|                        | Industrias del papel, edición, artes gráficas + madera | 20-22                |
|                        | Alimentación, bebidas y tabaco                         | 15-16                |
|                        | Otras manufacturas                                     | 36-37                |

Fuente: Elaboración propia con base en Hatzichronoglou (1997).

\*CIU revisión 3 adaptada para Colombia

\*\* Se unen en una sola categoría los sectores de alta y media alta intensidad tecnológica debido a que por confidencialidad estadística en la base de datos de la EDIT 4 no se proporciona la información del sector a cuatro dígitos y no fue posible separar el subsector farmacéutico (de alta intensidad tecnológica) del sector de industrias químicas de media alta intensidad.

**Anexo 4. Estimación de la probabilidad y la intensidad del gasto en actividades de innovación**

| Variables independientes       | 1- I+D total        |                     | 2- I+D intramuros   |                     | 3- I+D extramuros   |                    | 4- Actividades de innovación |                     | 5- Tecnología incorporada |                     | 6- Tecnología no incorporada |                     | 7- Mercadeo de innovaciones |                     | 8- Ingeniería y diseño industrial |                   | 9- Formación y capacitación |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|
|                                | Prob.               | Int.                | Prob.               | Int.                | Prob.               | Int.               | Prob.                        | Int.                | Prob.                     | Int.                | Prob.                        | Int.                | Prob.                       | Int.                | Prob.                             | Int.              | Prob.                       | Int.                |
| Subsidiaria                    | 0,021<br>(0,014)    | 0,535**<br>(0,235)  | 0,026*<br>(0,014)   | 0,337<br>(0,240)    | 0,002<br>(0,006)    | 0,917**<br>(0,493) | 0,027<br>(0,027)             | 0,626***<br>(0,119) | 0,024<br>(0,026)          | 0,508***<br>(0,131) | 0,028*<br>(0,016)            | 1,123***<br>(0,204) | 0,009<br>(0,013)            | 0,504*<br>(0,289)   | 0,032**<br>(0,014)                | 0,181<br>(0,202)  | 0,032***<br>(0,012)         | 0,144<br>(0,185)    |
| Domestica exportadora          | 0,040***<br>(0,009) | 0,370***<br>(0,139) | 0,040***<br>(0,009) | 0,382***<br>(0,146) | 0,004<br>(0,004)    | 0,453*<br>(0,270)  | 0,066***<br>(0,016)          | 0,309***<br>(0,068) | 0,064***<br>(0,015)       | 0,218***<br>(0,076) | 0,025***<br>(0,009)          | 0,361***<br>(0,124) | 0,026***<br>(0,008)         | 0,264*<br>(0,150)   | 0,028***<br>(0,009)               | 0,234*<br>(0,138) | 0,018***<br>(0,007)         | 0,154<br>(0,135)    |
| Financiación publica           | 0,211***<br>(0,054) | 0,341<br>(0,308)    | 0,168***<br>(0,050) | 0,369<br>(0,329)    | 0,095***<br>(0,033) | 0,187<br>(0,356)   | 0,614***<br>(0,006)          | 0,499***<br>(0,174) | 0,523***<br>(0,048)       | 0,471**<br>(0,196)  | 0,176***<br>(0,050)          | 0,39<br>(0,244)     | 0,089**<br>(0,039)          | 0,346<br>(0,350)    | 0,236***<br>(0,054)               | 0,198<br>(0,289)  | 0,163***<br>(0,045)         | 0,074<br>(0,263)    |
| Protección formal              | 0,120***<br>(0,013) | -0,031<br>(0,139)   | 0,108***<br>(0,012) | 0,019<br>(0,147)    | 0,034***<br>(0,007) | -0,001<br>(0,279)  | 0,304***<br>(0,017)          | 0,073<br>(0,068)    | 0,270***<br>(0,017)       | -0,027<br>(0,073)   | 0,142***<br>(0,013)          | 0,032<br>(0,118)    | 0,148***<br>(0,013)         | 0,347**<br>(0,141)  | 0,112***<br>(0,012)               | -0,104<br>(0,127) | 0,083***<br>(0,010)         | -0,08<br>(0,126)    |
| Cooperación                    | 0,128<br>(0,146)    | 0,128<br>(0,146)    | 0,159<br>(0,152)    | 0,159<br>(0,152)    | -0,053<br>(0,309)   | -0,053<br>(0,309)  | 0,017<br>(0,017)             | 0,290***<br>(0,067) | 0,017**<br>(0,072)        | 0,181**<br>(0,072)  | 0,013<br>(0,124)             | 0,118<br>(0,124)    | 0,013<br>(0,158)            | -0,018<br>(0,158)   | 0,213<br>(0,133)                  | 0,213<br>(0,133)  | 0,366**<br>(0,143)          | 0,366**<br>(0,143)  |
| <b>Sector Páviti:</b>          |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Basados en ciencia             | 0,080***<br>(0,014) | 0,697***<br>(0,170) | 0,079***<br>(0,014) | 0,759***<br>(0,176) | 0,011*<br>(0,006)   | 0,37<br>(0,414)    | 0,072***<br>(0,021)          | 0,261***<br>(0,090) | 0,040**<br>(0,020)        | -0,064<br>(0,098)   | 0,094***<br>(0,016)          | 0,841***<br>(0,159) | 0,055***<br>(0,013)         | 0,563***<br>(0,188) | 0,053***<br>(0,013)               | 0,226<br>(0,185)  | 0,039***<br>(0,011)         | 0,457***<br>(0,171) |
| Intensivos en escala           | 0,011<br>(0,009)    | 0,121<br>(0,162)    | 0,010<br>(0,008)    | 0,048<br>(0,168)    | 0,005<br>(0,004)    | 0,354<br>(0,316)   | 0,033**<br>(0,015)           | 0,129*<br>(0,074)   | 0,030***<br>(0,015)       | 0,068<br>(0,080)    | 0,048***<br>(0,010)          | 0,2<br>(0,134)      | 0,022***<br>(0,008)         | 0,376**<br>(0,164)  | 0,019**<br>(0,008)                | 0,005<br>(0,148)  | 0,016**<br>(0,007)          | -0,056<br>(0,147)   |
| Proveedores especializados     | 0,024**<br>(0,012)  | 0,1<br>(0,198)      | 0,024**<br>(0,011)  | 0,046<br>(0,208)    | -0,000<br>(0,005)   | 0,733**<br>(0,367) | 0,025<br>(0,019)             | 0,077<br>(0,084)    | 0,017<br>(0,019)          | 0,013<br>(0,092)    | 0,034***<br>(0,013)          | 0,314*<br>(0,170)   | 0,018<br>(0,011)            | 0,083<br>(0,195)    | 0,042***<br>(0,012)               | 0,057<br>(0,168)  | 0,022**<br>(0,010)          | 0,151<br>(0,180)    |
| <b>Empuje de demanda:</b>      |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Aspectos medioambientales      |                     | -0,121<br>(0,208)   |                     | -0,08<br>(0,228)    |                     | -0,676<br>(0,637)  |                              | 0,425***<br>(0,096) |                           | 0,440***<br>(0,101) |                              | 0,26<br>(0,205)     |                             | -0,138<br>(0,227)   |                                   | 0,199<br>(0,210)  |                             | 0,082<br>(0,207)    |
| Estándares y regulación        |                     | 0,066<br>(0,221)    |                     | 0,001<br>(0,239)    |                     | 0,423<br>(0,642)   |                              | 0,113<br>(0,096)    |                           | 0,076<br>(0,101)    |                              | -0,067<br>(0,206)   |                             | 0,059<br>(0,226)    |                                   | -0,14<br>(0,204)  |                             | -0,2<br>(0,196)     |
| <b>Fuentes de información:</b> |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Interna                        | 0,329<br>(0,285)    | 0,452**<br>(0,203)  | 0,335<br>(0,281)    | 0,446**<br>(0,208)  | 0,057***<br>(0,010) | 0,465<br>(0,659)   | 0,348***<br>(0,020)          | 0,167**<br>(0,083)  | 0,048<br>(0,088)          | 0,048<br>(0,088)    | 0,341***<br>(0,022)          | 0,014<br>(0,185)    | 0,014<br>(0,237)            | 0,306<br>(0,237)    | 0,215<br>(0,228)                  | 0,215<br>(0,228)  | -0,032<br>(0,274)           | -0,032<br>(0,274)   |
| Interna al grupo               |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Vertical                       |                     | -0,022<br>(0,163)   |                     | -0,105<br>(0,175)   |                     | -0,111<br>(0,353)  |                              | 0,098<br>(0,071)    |                           | -0,019<br>(0,075)   |                              | -0,035<br>(0,138)   |                             | -0,016<br>(0,175)   |                                   | -0,114<br>(0,143) |                             | -0,166<br>(0,151)   |
| (Clientes/Proveedores)         |                     | -0,095<br>(0,144)   |                     | -0,124<br>(0,154)   |                     | -0,081<br>(0,245)  |                              | 0,064<br>(0,070)    |                           | -0,002<br>(0,077)   |                              | -0,092<br>(0,123)   |                             | 0,012<br>(0,146)    |                                   | -0,049<br>(0,133) |                             | -0,141<br>(0,129)   |
| Horizontal                     |                     | -0,007<br>(0,156)   |                     | -0,063<br>(0,162)   |                     | 0,179<br>(0,293)   |                              | 0,053<br>(0,086)    |                           | -0,017<br>(0,094)   |                              | 0,028<br>(0,132)    |                             | 0,068<br>(0,164)    |                                   | -0,123<br>(0,138) |                             | -0,067<br>(0,132)   |
| (competidores)                 |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Universidades/Centros de I+D   |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| <b>Tamaño:</b>                 |                     |                     |                     |                     |                     |                    |                              |                     |                           |                     |                              |                     |                             |                     |                                   |                   |                             |                     |
| Empresa grande                 | 0,172***<br>(0,018) |                     | 0,151***<br>(0,018) |                     | 0,057***<br>(0,010) |                    | 0,348***<br>(0,020)          |                     | 0,341***<br>(0,022)       |                     | 0,192***<br>(0,019)          |                     | 0,149***<br>(0,018)         |                     | 0,178***<br>(0,019)               |                   | 0,156***<br>(0,017)         |                     |
| Empresa mediana                | 0,050***<br>(0,009) |                     | 0,045***<br>(0,009) |                     | 0,014***<br>(0,004) |                    | 0,199***<br>(0,015)          |                     | 0,194***<br>(0,015)       |                     | 0,076***<br>(0,010)          |                     | 0,049***<br>(0,009)         |                     | 0,062***<br>(0,009)               |                   | 0,057***<br>(0,008)         |                     |
| rho                            | 0,848***<br>(0,009) |                     | 0,859***<br>(0,009) |                     | 1,199***<br>(0,004) |                    | 0,636*<br>(0,015)            |                     | 0,740*<br>(0,015)         |                     | 0,861***<br>(0,010)          |                     | 0,680***<br>(0,009)         |                     | 0,881***<br>(0,009)               |                   | 0,803***<br>(0,008)         |                     |
| Log likelihood                 | -3594,0             |                     | -3369,9             |                     | -1185,7             |                    | -5379,9                      |                     | -4938,6                   |                     | -3900,7                      |                     | -3206,1                     |                     | -3248,6                           |                   | -2418,9                     |                     |
| Wald chi2                      | 78,4***             |                     | 77,2***             |                     | 33,7***             |                    | 222,1***                     |                     | 117,2***                  |                     | 118,0***                     |                     | 39,0***                     |                     | 22,1***                           |                   | 47,4***                     |                     |
| Obs.censuradas                 | 6,314               |                     | 6,376               |                     | 6,873               |                    | 4,275                        |                     | 4,523                     |                     | 6,211                        |                     | 6,404                       |                     | 6,378                             |                   | 6,559                       |                     |
| Obs. no censuradas             | 755                 |                     | 693                 |                     | 196                 |                    | 2,794                        |                     | 2,546                     |                     | 858                          |                     | 665                         |                     | 691                               |                   | 510                         |                     |

Nota: se reportan los efectos marginales (a la media de la muestra) y las desviaciones típicas robustas que se encuentra en paréntesis. \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

## Anexo 5. Estimación de la función de producción de conocimiento (M1, M2, M3)

| Variables independientes          | Innovación adaptativa |                      |                      | Innovación real o radical |                     |                     | Propensión a patentar |                      |                     |                     |                      |                   |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
|                                   | M0 (a)                | M1(b)                | M2(c)                | M3(d)                     | M0 (a)              | M1(b)               | M2(c)                 | M3(d)                | M0 (a)              | M1(b)               | M2(c)                | M3(d)             |
| Subsidiaria                       | -0,018<br>(0,023)     | -0,073***<br>(0,023) | -0,246***<br>(0,017) | -0,200***<br>(0,025)      | 0,077***<br>(0,016) | 0,062***<br>(0,015) | 0,017*<br>(0,009)     | 0,028*<br>(0,015)    | 0,014**<br>(0,007)  | 0,018**<br>(0,008)  | 0,006<br>(0,005)     | 0,012<br>(0,010)  |
| Domestica exportadora             | 0,033**<br>(0,014)    | -0,045**<br>(0,019)  | -0,290***<br>(0,027) | -0,460***<br>(0,019)      | 0,072***<br>(0,008) | 0,054***<br>(0,009) | 0,018***<br>(0,007)   | -0,015***<br>(0,006) | 0,005*<br>(0,003)   | 0,008**<br>(0,004)  | 0,000<br>(0,003)     | 0,001<br>(0,004)  |
| Financiación publica              | 0,342***<br>(0,062)   | -0,061<br>(0,083)    | -0,297***<br>(0,007) | -0,336***<br>(0,009)      | 0,054**<br>(0,026)  | 0,001<br>(0,020)    | -0,023***<br>(0,002)  | -0,026***<br>(0,002) | 0,005<br>(0,009)    | 0,037<br>(0,043)    | -0,007***<br>(0,001) | -0,005<br>(0,007) |
| Protección formal                 | 0,258***<br>(0,017)   | 0,031<br>(0,041)     | -0,485***<br>(0,031) | -0,642***<br>(0,030)      | 0,056***<br>(0,008) | 0,020<br>(0,013)    | -0,032***<br>(0,005)  | -0,045***<br>(0,007) | 0,046***<br>(0,007) | 0,067***<br>(0,020) | 0,004<br>(0,008)     | 0,037<br>(0,034)  |
| <b>Tamaño:</b>                    |                       |                      |                      |                           |                     |                     |                       |                      |                     |                     |                      |                   |
| Empresa grande                    | 0,323***<br>(0,022)   | 0,080*<br>(0,048)    | -0,423***<br>(0,024) | -0,552***<br>(0,027)      | 0,051***<br>(0,010) | 0,012<br>(0,013)    | -0,030***<br>(0,004)  | -0,040***<br>(0,006) | 0,006<br>(0,004)    | 0,017<br>(0,013)    | -0,007***<br>(0,002) | 0,003<br>(0,015)  |
| Empresa mediana                   | 0,156***<br>(0,015)   | 0,087***<br>(0,018)  | -0,473***<br>(0,037) | -0,619***<br>(0,034)      | 0,018***<br>(0,005) | 0,008<br>(0,005)    | -0,031***<br>(0,006)  | -0,042***<br>(0,008) | 0,001<br>(0,002)    | 0,003<br>(0,003)    | -0,007***<br>(0,003) | -0,001<br>(0,006) |
| <b>Sector Pavitt:</b>             |                       |                      |                      |                           |                     |                     |                       |                      |                     |                     |                      |                   |
| Basados en ciencia                | 0,095***<br>(0,019)   | 0,037*<br>(0,019)    | -0,235***<br>(0,024) | -0,144***<br>(0,044)      | 0,018**<br>(0,007)  | 0,010*<br>(0,006)   | -0,013***<br>(0,004)  | -0,019***<br>(0,005) | 0,010**<br>(0,004)  | 0,012**<br>(0,005)  | 0,012**<br>(0,005)   | 0,005<br>(0,010)  |
| Intensivos en escala              | -0,002<br>(0,014)     | -0,023<br>(0,014)    | -0,171***<br>(0,021) | -0,249***<br>(0,022)      | -0,003<br>(0,004)   | -0,006<br>(0,004)   | -0,015***<br>(0,004)  | -0,017***<br>(0,006) | 0,006**<br>(0,003)  | 0,006**<br>(0,003)  | 0,003<br>(0,002)     | 0,006<br>(0,005)  |
| Proveedores especializados        | 0,044**<br>(0,018)    | -0,002<br>(0,018)    | -0,094***<br>(0,019) | -0,173***<br>(0,026)      | 0,016**<br>(0,007)  | 0,009<br>(0,006)    | 0,000<br>(0,005)      | -0,016***<br>(0,005) | -0,002<br>(0,003)   | -0,001<br>(0,003)   | -0,003<br>(0,002)    | 0,003<br>(0,005)  |
| <b>Insusos:</b>                   |                       |                      |                      |                           |                     |                     |                       |                      |                     |                     |                      |                   |
| I+D                               |                       | 0,175***<br>(0,045)  |                      |                           |                     | 0,051**<br>(0,025)  |                       |                      |                     | 0,006*<br>(0,004)   |                      |                   |
| Actividades de innovación (total) |                       |                      | 0,630***<br>(0,071)  |                           |                     |                     | 0,037***<br>(0,007)   |                      |                     |                     | 0,007***<br>(0,003)  |                   |
| I+D intramuros                    |                       |                      |                      | -0,052<br>(0,166)         |                     |                     |                       | 0,041*<br>(0,024)    |                     |                     |                      | 0,015<br>(0,012)  |
| I+D extramuros                    |                       |                      |                      | 3,482***<br>(0,366)       |                     |                     |                       | 0,128***<br>(0,034)  |                     |                     |                      | 0,022<br>(0,015)  |
| Tecnología Incorporada            |                       |                      |                      | 1,140***<br>(0,094)       |                     |                     |                       | 0,057***<br>(0,011)  |                     |                     |                      | 0,007*<br>(0,004) |
| Tecnología no Incorporada         |                       |                      |                      | 0,300<br>(0,227)          |                     |                     |                       | 0,009**<br>(0,004)   |                     |                     |                      | 0,005<br>(0,014)  |
| Mercadeo de Innovaciones          |                       |                      |                      | -0,405**<br>(0,185)       |                     |                     |                       | -0,050**<br>(0,025)  |                     |                     |                      | -0,014<br>(0,011) |
| Ingeniería y Diseño Industrial    |                       |                      |                      | 3,048***<br>(0,379)       |                     |                     |                       | 0,264***<br>(0,054)  |                     |                     |                      | -0,018<br>(0,023) |
| Formación y Capacitación          |                       |                      |                      | -3,702***<br>(0,420)      |                     |                     |                       | -0,292***<br>(0,056) |                     |                     |                      | -0,018<br>(0,023) |

Notas: se reportan los efectos marginales (a la media de la muestra) y las desviaciones típicas robustas que se encuentra en paréntesis. \* Significativo al 10% \*\* Significativo al 5% \*\*\* Significativo al 1%

(a) M0: es el modelo reducido estimado con las variables de tipo de empresa y las variables de control básicas.

(b) M1: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión en I+D total estimada.

(c) M2: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión total en actividades de innovación estimada.

(d) M3: incluye como variables independiente la intensidad de la inversión en las 6 actividades de innovación estimadas.



## Anexo 6: Estimación de la función de producción de conocimiento (M1, M2, M3)

| Variables independientes             | Innovación adaptativa |                     |                     |                     | Innovación real o radical |                     |                     |                     | Propensión a patentar |                    |                    |                   |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                                      | M0 (a)                | M1 (b)              | M2 (c)              | M3 (d)              | M0 (a)                    | M1 (b)              | M2 (c)              | M3 (d)              | M0 (a)                | M1 (b)             | M2 (c)             | M3 (d)            |
| <i>Flujos de conocimiento</i>        |                       |                     |                     |                     |                           |                     |                     |                     |                       |                    |                    |                   |
| Interna grupo                        |                       | 0.061*<br>(0.033)   | -0.003<br>(0.035)   | -0.027<br>(0.034)   |                           | 0.061**<br>(0.030)  | 0.008*<br>(0.005)   | 0.011<br>(0.007)    |                       | 0.000<br>(-0.003)  | -0.002<br>(-0.002) | -0.001<br>(0.002) |
| Vertical (clientes /<br>proveedores) |                       | 0.363***<br>(0.019) | 0.204***<br>(0.026) | 0.217***<br>(0.024) |                           | 0.045***<br>(0.008) | 0.024***<br>(0.007) | 0.024***<br>(0.007) |                       | 0.003<br>(-0.003)  | 0.001<br>(-0.003)  | 0.002<br>(0.003)  |
| Horizontal (competidores)            |                       | 0.080*<br>(0.048)   | 0.062<br>(0.050)    | 0.048<br>(0.050)    |                           | -0.001<br>(0.008)   | -0.003<br>(0.007)   | -0.004<br>(0.007)   |                       | -0.002<br>(-0.003) | -0.002<br>(-0.003) | -0.002<br>(0.003) |
| Universidades/centros de I+D         |                       | 0.083***<br>(0.030) | 0.013<br>(0.033)    | -0.002<br>(0.032)   |                           | 0.020**<br>(0.008)  | 0.014**<br>(0.007)  | 0.017**<br>(0.008)  |                       | 0.007<br>(-0.005)  | 0.005<br>(-0.004)  | 0.005<br>(0.004)  |
| Log likelihood                       | -3864.3               | -3531.7             | -3212.8             | -2967.9             | -1129.1                   | -1056.4             | -1023.9             | -998.9              | -476.5                | -471.7             | -469.6             | -466.3            |
| Wald chi2                            | 802,3***              | 1.076,5***          | 1.054,9***          | 1.077,5***          | 426,8***                  | 567,6***            | 655,2***            | 751,5***            | 216,8***              | 207,2***           | 221,4***           | 199,0***          |
| Pseudo R2                            | 0.10                  | 0.18                | 0.25                | 0.31                | 0.19                      | 0.24                | 0.27                | 0.28                | 0.17                  | 0.18               | 0.18               | 0.19              |

Notas: se reportan los efectos marginales (a la media de la muestra) y las desviaciones típicas robustas que se encuentra en paréntesis.

\* Significativo al 10%    \*\* Significativo al 5%    \*\*\* Significativo al 1%

(a) M0: es el modelo reducido estimado con las variables de tipo de empresa y las variables de control básicas.

(b) M1: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión en I+D total estimada.

(c) M2: incluye como variable independiente la intensidad de la inversión total en actividades de innovación estimada.

(d) M3: incluye como variables independiente la intensidad de la inversión en las 6 actividades de innovación estimadas.

Observaciones: 7.069 empresas

## Anexo 7. Ejemplo *Innovation Accounting*

Modelo M1 (innovación real)-Empresas extranjeras vs domésticas

| Variable                          | Efecto marginal estimado<br>(1) | Diferencia observadas sin ajustar <sup>(a)</sup><br>(2) | (3)=(1)x(2) | Diferencial ajustado <sup>(b)</sup><br>(4) | Fracción del diferencial explicado<br>(5) = (3) / (4) |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Insumos:</b>                   |                                 |                                                         |             |                                            |                                                       |
| Intensidad de la inversión en I+D | 0,009                           | 0.010-0.002=0.008                                       | >0,0001     | 0.077                                      | 0.009                                                 |
| <b>Fuentes de la innovación:</b>  |                                 |                                                         |             |                                            |                                                       |
| Interna al grupo                  | 0,017                           | 0.164-0.031=0.133                                       | 0.0023      | 0.077                                      | 2.936                                                 |
| Vertical (clientes y proveedores) | 0,045                           | 0.267-0.122=0,145                                       | 0.0065      | 0.077                                      | 8.474                                                 |
| Horizontal (competidores)         | -0,001                          | 0.038-0.02=0.018                                        | 0.0000      | 0.077                                      | -0.023                                                |
| Universidades/centros de I+D      | 0,020                           | 0.126-0.043=0.083                                       | 0.0017      | 0.077                                      | 2.156                                                 |

<sup>(a)</sup> Diferencia de medias poblacionales entre subsidiarias y empresas domesticas exportadoras.

<sup>(b)</sup> Efecto marginal de la variable “subsidiaria”.

## Últimos títulos publicados

### WORKING PAPERS

- WP07/14** Pérez, Luis; Hernández, Julio; Berumen, Sergio: *La motivación extrínseca del profesorado universitario en Alemania y en España: un análisis empírico.*
- WP06/14** Donoso, Vicente; Martín, Víctor; Minondo, Asier: *Exposure to Chinese imports and local labor market outcomes. An Analysis for Spanish provinces*
- WP05/14** Donoso, Vicente; Martín, Víctor; Minondo, Asier: *Import competition from China and unemployment. An analysis using Spanish workers' micro-data*
- WP04/14** Stupariu, Patricia; Vilariño, Ángel: *Retos y carencias de la regulación financiera internacional*
- WP03/14** García, Antonio; Molero, José; Rama, Ruth: *Foreign MNEs and domestic innovative capabilities: are there conditions for reverse spillovers in the Spanish economy?*
- WP02/14** Sosvilla-Rivero, Simón; Ramos-Herrera, María del Carmen: *On the forecast accuracy and consistency of exchange rate expectations: The Spanish PwC Survey*
- WP01/14** Kropacheva, Anna; Molero, José: *Russian technological specialization in terms of world's innovation changes during 1994-2008. Comparison with countries of BRIC and European Innovation-driven economies.*
- WP 07/13** Sanchís, Raúl G.: *Extended theory about the allocation of the time. Description and application to the increase in the retirement age policies.*
- WP 06/13** Morales-Zumaquero, Amalia; Sosvilla-Rivero, Simón: *Real exchange rate volatility, financial crises and nominal exchange regimes.*
- WP 05/13** Álvarez, Isabel; Labra, Romilio: *Identifying the role of natural resources in knowledge-based strategies of development.*
- WP 04/13** Alonso Gallo, Nuria; Trillo del Pozo, David: *La respuesta de la regulación prudencial a la 29 crisis: Basilea II.*
- WP 05/13** Sosvilla-Rivero, Simón; Ramos-Herrera, María del Carmen: *On the forecast and consistency of exchange rate expectations: The Spanish PwC Survey.*
- WP 04/12** Sosvilla-Rivero, Simón; Morales-Zumaquero, Amalia: *Real exchange rate volatility, financial crises and nominal exchange regimes.*
- WP 03/13** Revuelta, Julio; Alonso, Fernando: *Presencia de las multilatinas en Europa. Tipología y estrategia empresarial.*
- WP 02/13** Nicolau Ibarra, Ignacio: *Evolución de la cooperación española en El Salvador.*
- WP 01/13** Monedero, Juan Carlos; Jerez, Ariel; Ramos, Alfredo; Fernández, Jose Luis: *Participación ciudadana y Democracia. Una revisión de las mejores experiencias Iberoamericanas.*
- WP 05/12** Sanchís, Raúl G.: *Trying to escape the Malaise State in the future. A macroeconomic design to hinder another Great Recession which risks the Welfare State.*
- WP 04/12** Basave Kunhardt, J., *Flujos de IED mexicana hacia Europa y presencia de grandes multinacionales mexicanas en España. Evidencia empírica y reflexiones teóricas.*
- WP 03/12** Luengo Escalonilla, F., Gracia Santos, M., Vicent Valverde, L., *Productividad y Posicionamiento Estructural en la industria de bienes de equipo española.*

- WP 02/12** Alonso (dir.), José A.; Castillo, Alberto; García, Héctor; Ospina, Shirley; Aguirre, Pablo; Millán, Natalia; Santander, Guillermo: *Estimación de la ayuda española a la infancia: una propuesta metodológica.*
- WP 01/12** Alonso (dir.), José A.; Aguirre, Pablo; Castillo, Alberto: *La cooperación al desarrollo y la infancia. Apuntes estratégicos para el caso de España.*
- WP 09/11** Torrecillas, Celia; Fischer, Bruno B.: *Technological Attraction of FDI flows in Knowledge-Intensive Services: a Regional Innovation System Perspective for Spain.*
- WP 08/11** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Causality and contagion in peripheral emu public debt markets: a dynamic approach.*
- WP 07/11** Sosvilla-Rivero, Simón; Ramos-Herrera, María del Carmen: *The US Dollar-Euro exchange rate and US-EMU bond yield differentials: A Causality Analysis.*
- WP 06/11** Sosvilla-Rivero, Simón; Morales-Zumaquero, Amalia: *Volatility in EMU sovereign bond yields: Permanent and transitory components.*
- WP 05/11** Castellacci, Fulvio; Natera, José Miguel: *A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANa).*
- WP 04/11** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel; Santos-Arteaga, Francisco J.: *FDI entry modes, development and technological spillovers.*
- WP 03/11** Luengo Escalonilla, Fernando: *Industria de bienes de equipo: Inserción comercial y cambio estructural.*
- WP 02/11** Álvarez Peralta, Ignacio; Luengo Escalonilla, Fernando: *Competitividad y costes laborales en la UE: más allá de las apariencias.*
- WP 01/11** Fischer, Bruno B; Molero, José: *Towards a Taxonomy of Firms Engaged in International R&D Cooperation Programs: The Case of Spain in Eureka.*
- WP 09/10** Éltető, Andrea: *Foreign direct investment in Central and East European Countries and Spain – a short overview.*
- WP 08/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *El impacto de la ayuda internacional en la calidad de las instituciones.*
- WP 07/10** Vázquez, Guillermo: *Convergencia real en Centroamérica: evidencia empírica para el período 1990-2005.*
- WP 06/10** P. Jože; Kostevc, Damijan, Črt; Rojec, Matija: *Does a foreign subsidiary's network status affect its innovation activity? Evidence from post-socialist economies.*
- WP 05/10** Garcimartín, Carlos; Rivas Luis; García Martínez, Pilar: *On the role of relative prices and capital flows in balance-of-payments constrained growth: the experiences of Portugal and Spain in the euro area.*
- WP 04/10** Álvarez, Ignacio; Luengo, Fernando: *Financiarización, empleo y salario en la UE: el impacto de las nuevas estrategias empresariales.*
- WP 03/10** Sass, Magdolna: *Foreign direct investments and relocations in business services – what are the locational factors? The case of Hungary.*
- WP 02/10** Santos-Arteaga, Francisco J.: *Bank Runs Without Sunspots.*
- WP 01/10** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *La sostenibilidad del déficit exterior de España.*
- WP 14/09** Dobado, Rafael; García, Héctor: *Neither so low nor so short! Wages and heights in eighteenth*



*and early nineteenth centuries colonial Hispanic America.*

- WP 13/09** Alonso, José Antonio: *Colonisation, formal and informal institutions, and development.*
- WP 12/09** Álvarez, Francisco: *Opportunity cost of CO2 emission reductions: developing vs. developed economies.*
- WP 11/09** J. André, Francisco: *Los Biocombustibles. El Estado de la cuestión.*
- WP 10/09** Luengo, Fernando: *Las deslocalizaciones internacionales. Una visión desde la economía crítica.*
- WP 09/09** Dobado, Rafael; Guerrero, David: *The Integration of Western Hemisphere Grain Markets in the Eighteenth Century: Early Progress and Decline of Globalization.*
- WP 08/09** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel; Maldonado, Georgina: *Internal and external factors of competitiveness in the middle-income countries.*
- WP 07/09** Minondo, Asier: *Especialización productiva y crecimiento en los países de renta media.*
- WP 06/09** Martín, Víctor; Donoso, Vicente: *Selección de mercados prioritarios para los Países de Renta Media.*
- WP 05/09** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento económico: estudios empíricos.*
- WP 04/09** Minondo, Asier; Requena, Francisco: *¿Qué explica las diferencias en el crecimiento de las exportaciones entre los países de renta media?*
- WP 03/09** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *The Determinants of Institutional Quality. More on the Debate.*
- WP 02/09** Granda, Inés; Fonfría, Antonio: *Technology and economic inequality effects on international trade.*
- WP 01/09** Molero, José; Portela, Javier y Álvarez Isabel: *Innovative MNEs' Subsidiaries in different domestic environments.*
- WP 08/08** Boege, Volker; Brown, Anne; Clements, Kevin y Nolan Anna: *¿Qué es lo "fallido"? ¿Los Estados del Sur, o la investigación y las políticas de Occidente? Un estudio sobre órdenes políticos híbridos y los Estados emergentes.*
- WP 07/08** Medialdea García, Bibiana; Álvarez Peralta, Nacho: *Liberalización financiera internacional, inversores institucionales y gobierno corporativo de la empresa.*
- WP 06/08** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel: *FDI and world heterogeneities: The role of absorptive capacities.*
- WP 05/08** Molero, José; García, Antonio: *Factors affecting innovation revisited.*
- WP 04/08** Tezanos Vázquez, Sergio: *The Spanish pattern of aid giving.*
- WP 03/08** Fernández, Esther; Pérez, Rafaela; Ruiz, Jesús: *Double Dividend in an Endogenous Growth Model with Pollution and Abatement.*
- WP 02/08** Álvarez, Francisco; Camiña, Ester: *Moral hazard and tradeable pollution emission permits.*
- WP 01/08** Cerdá Tena, Emilio; Quiroga Gómez, Sonia: *Cost-loss decision models with risk aversion.*
- WP 05/07** Palazuelos, Enrique; García, Clara: *La transición energética en China.*
- WP 04/07** Palazuelos, Enrique: *Dinámica macroeconómica de Estados Unidos: ¿Transición entre dos recesiones?*

- WP 03/07** Angulo, Gloria: *Opinión pública, participación ciudadana y política de cooperación en España.*
- WP 02/07** Luengo, Fernando; Álvarez, Ignacio: *Integración comercial y dinámica económica: España ante el reto de la ampliación.*
- WP 01/07** Álvarez, Isabel; Magaña, Gerardo: *ICT and Cross-Country Comparisons: A proposal of a new composite index.*
- WP 05/06** Schünemann, Julia: *Cooperación interregional e interregionalismo: una aproximación social-constructivista.*
- WP 04/06** Kruijt, Dirk: *América Latina. Democracia, pobreza y violencia: Viejos y nuevos actores.*
- WP 03/06** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento en España (1980-2004): Cointegración y simulación de Montecarlo.*
- WP 02/06** García Sánchez, Antonio; Molero, José: *Innovación en servicios en la UE: Una aproximación a la densidad de innovación y la importancia económica de los innovadores a partir de los datos agregados de la CIS3.*
- WP 01/06** Briscoe, Ivan: *Debt crises, political change and the state in the developing world.*
- WP 06/05** Palazuelos, Enrique: *Fases del crecimiento económico de los países de la Unión Europea-15.*
- WP 05/05** Leyra, Begoña: *Trabajo infantil femenino: Las niñas en las calles de la Ciudad de México.*
- WP 04/05** Álvarez, Isabel; Fonfría, Antonio; Marín Raquel: *The role of networking in the competitiveness profile of Spanish firms.*
- WP 03/05** Kausch, Kristina; Barreñada, Isaías: *Alliance of Civilizations. International Security and Cosmopolitan Democracy.*
- WP 02/05** Sastre, Luis: *An alternative model for the trade balance of countries with open economies: the Spanish case.*
- WP 01/05** Díaz de la Guardia, Carlos; Molero, José; Valadez, Patricia: *International competitiveness in services in some European countries: Basic facts and a preliminary attempt of interpretation.*
- WP 03/04** Angulo, Gloria: *La opinión pública española y la ayuda al desarrollo.*
- WP 02/04** Freres, Christian; Mold, Andrew: *European Union trade policy and the poor. Towards improving the poverty impact of the GSP in Latin America.*
- WP 01/04** Álvarez, Isabel; Molero, José: *Technology and the generation of international knowledge spillovers. An application to Spanish manufacturing firms.*

## **POLICY PAPERS**

- PP 01/11** Monedero J.C., Democracia y Estado en América Latina: *Por una imprudente reinvencción de la política.*
- PP 02/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos; Ruiz Huerta, Jesús; Díaz Sarralde, Santiago: *Strengthening the fiscal capacity of developing countries and supporting the international fight against tax evasion.*
- PP 02/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos; Ruiz Huerta, Jesús; Díaz Sarralde, Santiago: *Fortalecimiento de la capacidad fiscal de los países en desarrollo y apoyo a la lucha internacional contra la evasión fiscal.*

- PP 01/10** Molero, José: *Factores críticos de la innovación tecnológica en la economía española.*
- PP 03/09** Ferguson, Lucy: *Analysing the Gender Dimensions of Tourism as a Development Strategy.*
- PP 02/09** Carrasco Gallego, José Antonio: *La Ronda de Doha y los países de renta media.*
- PP 01/09** Rodríguez Blanco, Eugenia: *Género, Cultura y Desarrollo: Límites y oportunidades para el cambio cultural pro-igualdad de género en Mozambique.*
- PP 04/08** Tezanos, Sergio: *Políticas públicas de apoyo a la investigación para el desarrollo. Los casos de Canadá, Holanda y Reino Unido.*
- PP 03/08** Mattioli, Natalia *Including Disability into Development Cooperation. Analysis of Initiatives by National and International Donors.*
- PP 02/08** Elizondo, Luis: *Espacio para Respirar: El humanitarismo en Afganistán (2001-2008).*
- PP 01/08** Caramés Boada, Albert: *Desarme como vínculo entre seguridad y desarrollo. La reintegración comunitaria en los programas de Desarme, desmovilización y reintegración (DDR) de combatientes en Haití.*
- PP 03/07** Guimón, José: *Government strategies to attract R&D-intensive FDI.*
- PP 02/07** Czaplińska, Agata: *Building public support for development cooperation.*
- PP 01/07** Martínez, Ignacio: *La cooperación de las ONGD españolas en Perú: hacia una acción más estratégica.*
- PP 02/06** Ruiz Sandoval, Erika: *Latinoamericanos con destino a Europa: Migración, remesas y codesarrollo como temas emergentes en la relación UE-AL.*
- PP 01/06** Freres, Christian; Sanahuja, José Antonio: *Hacia una nueva estrategia en las relaciones Unión Europea – América Latina.*
- PP 04/05** Manalo, Rosario; Reyes, Melanie: *The MDGs: Boon or bane for gender equality and women's rights?*
- PP 03/05** Fernández, Rafael: *Irlanda y Finlandia: dos modelos de especialización en tecnologías avanzadas.*
- PP 02/05** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *Apertura comercial y estrategia de desarrollo.*
- PP 01/05** Lorente, Maite: *Diálogos entre culturas: una reflexión sobre feminismo, género, desarrollo y mujeres indígenas kichwuas.*
- PP 02/04** Álvarez, Isabel: *La política europea de I+D: Situación actual y perspectivas.*
- PP 01/04** Alonso, José Antonio; Lozano, Liliana; Prialé, María Ángela: *La cooperación cultural española: Más allá de la promoción exterior.*

## DOCUMENTOS DE TRABAJO “EL VALOR ECONÓMICO DEL ESPAÑOL”

- DT 16/11** Fernández Vítors, David: *El papel del español en las relaciones y foros internacionales: Los casos de la Unión Europea y las Naciones Unidas.*
- DT 15/11** Rupérez Javier: *El Español en las Relaciones Internacionales.*
- DT 14/10** Antonio Alonso, José; Gutiérrez, Rodolfo: *Lengua y emigración: España y el español en las*

*migraciones internacionales.*

- DT 13/08** de Diego Álvarez, Dorotea; Rodrigues-Silveira, Rodrigo; Carrera Troyano Miguel: *Estrategias para el Desarrollo del Cluster de Enseñanza de Español en Salamanca.*
- DT 12/08** Quirós Romero, Cipriano: *Lengua e internacionalización: El papel de la lengua en la internacionalización de las operadoras de telecomunicaciones.*
- DT 11/08** Girón, Francisco Javier; Cañada, Agustín: *La contribución de la lengua española al PIB y al empleo: una aproximación macroeconómica.*
- DT 10/08** Jiménez, Juan Carlos; Narbona, Aranzazu: *El español en el comercio internacional.*
- DT 09/07** Carrera, Miguel; Ogonowski, Michał: *El valor económico del español: España ante el espejo de Polonia.*
- DT 08/07** Rojo, Guillermo: *El español en la red.*
- DT 07/07** Carrera, Miguel; Bonete, Rafael; Muñoz de Bustillo, Rafael: *El programa ERASMUS en el marco del valor económico de la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera.*
- DT 06/07** Criado, María Jesús: *Inmigración y población latina en los Estados Unidos: un perfil socio-demográfico.*
- DT 05/07** Gutiérrez, Rodolfo: *Lengua, migraciones y mercado de trabajo.*
- DT 04/07** Quirós Romero, Cipriano; Crespo Galán, Jorge: *Sociedad de la Información y presencia del español en Internet.*
- DT 03/06** Moreno Fernández, Francisco; Otero Roth, Jaime: *Demografía de la lengua española.*
- DT 02/06** Alonso, José Antonio: *Naturaleza económica de la lengua.*
- DT 01/06** Jiménez, Juan Carlos: *La Economía de la lengua: una visión de conjunto.*